

УДК 004.8

**Автоматизированный системно-когнитивный  
анализ популярности языков программирования с  
2004 по 2020 годы**

Рыбалка Иван Андреевич  
студент факультета ПИ, группы ИТ2003  
[ivan.rybalka2002@gmail.com](mailto:ivan.rybalka2002@gmail.com)

Мхитарян Эдмон Гегамович  
студент факультета ПИ, группы ИТ2003  
[mhitaranedmon3@gmail.com](mailto:mhitaranedmon3@gmail.com)

*Кубанский государственный аграрный университет  
имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

Целью данной работы является изучение самых популярных языков программирования с 2004 по 2020 год. Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-X++», а также получить зачет. Для достижения поставленной цели применяется

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, АСК-АНАЛИЗ, СИСТЕМА «ЭЙДОС».

**Automated systemic cognitive analysis  
analysis of the most popular programming languages  
from 2004 to 2020**

Rybalka Ivan Andreevich  
student of the faculty of PI, group IT2003  
[ivan.rybalka2002@gmail.com](mailto:ivan.rybalka2002@gmail.com)

Mkhitaryan Edmond Gegamovich  
student of the faculty of PI, group IT2003  
[mhitaranedmon3@gmail.com](mailto:mhitaranedmon3@gmail.com)

*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

The aim of this work is to study the of the most popular programming languages from 2004 to 2020. Achieving this goal is of great personal interest. For us, this will allow us to gain knowledge in the work with the universal cognitive analytical system "Eidos-HI" as well as get credit. To achieve this goal, Automated System and Cognitive Analysis (ASC-Analysis) and its software toolkit, the Eidos intelligent system, are used.

Key words: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>2</b>
<b>ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	<b>6</b>
<b>ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....</b>	<b>7</b>
<b>ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ, И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ ИЗ НИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....</b>	<b>12</b>
<b>ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ .....</b>	<b>18</b>
Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация) .....	18
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ) .....	20
Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели .....	24
4.3.1. Когнитивные диаграммы классов.....	24
4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов.....	25
4.3.3. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов .....	27
4.3.4. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети.....	31
4.3.5. 3d-интегральные когнитивные карты.....	32
4.3.6. Когнитивные функции .....	33
<b>7. ВЫВОДЫ.....</b>	<b>37</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>38</b>

## **Введение**

**Целью** данной работы является изучение характеристик самых популярных языков программирования с 2004 по 2020 год.

Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-Х++», а также получить зачет.

АСК-анализ предполагает, что для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи, которые получаются путем декомпозиции цели и являются этапами ее достижения:

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.

Задача 3: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей, и выбор наиболее достоверной модели.

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели:

- подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация);
- подзадача 4.2. Поддержка принятия решений;
- подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели (когнитивные диаграммы классов и значений факторов, агломеративная когнитивная кластеризация классов и значений факторов, нелокальные нейроны и нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты, когнитивные функции).

Эти задачи, по сути, представляют собой **этапы** автоматизированного системно-когнитивный анализа (АСК-анализ), который поэтому и предлагается применить для их решения.

АСК-анализ представляет собой метод искусственного интеллекта, разработанный проф. Е.В. Луценко в 2002 году для решения широкого класса задач идентификации, прогнозирования, классификации, диагностики, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. АСК-анализ доведен до **инновационного** уровня благодаря тому, что имеет свой программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос-Х++» (система «Эйдос»).

**Система «Эйдос»** выгодно отличается от других интеллектуальных систем следующими параметрами:

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>), в которых не требуется автоматического, т.е. без непосредственного участия человека в реальном времени решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области;

- находится в полном открытом бесплатном доступе ([http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)), причем с актуальными исходными текстами ([http://lc.kubagro.ru/\\_AIDOS-X.txt](http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X.txt));

- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта: «имеет нулевой порог входа» (есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года) (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);

- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и 214, соответственно) ([http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf));

- поддерживает on-line среду накопления знаний и широко используется во всем мире (<http://aidos.byethost5.com/map5.php>);

- обеспечивает мультиязычную поддержку интерфейса на 51 языке. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решения этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA);

- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах (примеры форм можно посмотреть в работе: [http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18\\_LLS/aidos18\\_LLS.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf));

- хорошо имитирует человеческий стиль мышления: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции;

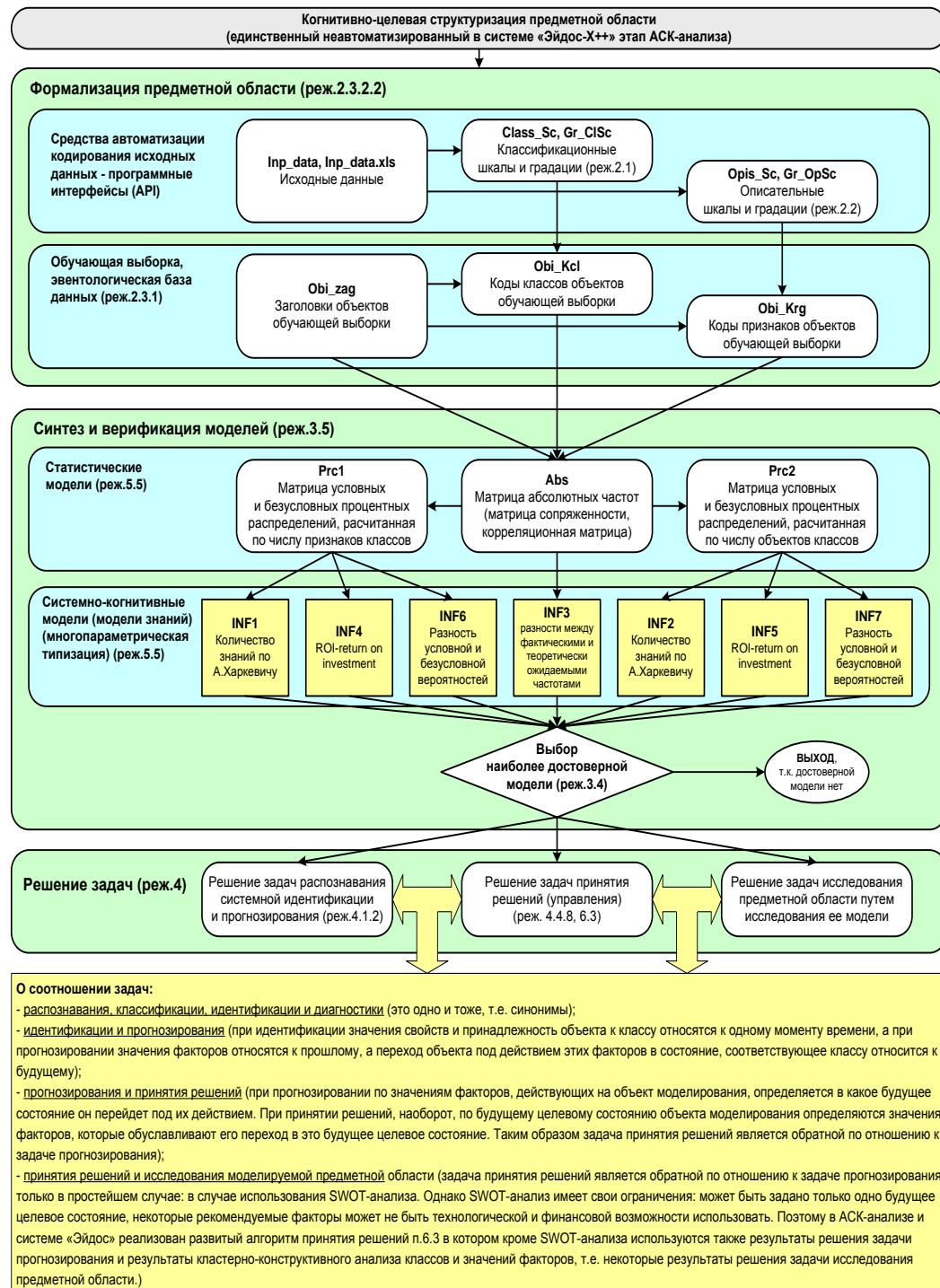
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предлагает без какой-либо предварительной обработки осмыслить эти данные и тем самым преобразовать их в информацию, а затем преобразовать эту информацию в знания путем ее применения для достижения целей (т.е. для управления) и решения задач классификации, поддержки принятия решений и содержательного эмпирического исследования моделируемой предметной области.

В чем сила подхода, реализованного в системе Эйдос? В том, что она реализует подход, эффективность которого не зависит от того, что мы думаем о предметной области и думаем ли вообще. Она формирует модели непосредственно на основе эмпирических данных, а не на основе наших представлений о механизмах реализации закономерностей в этих данных. Именно поэтому Эйдос-модели эффективны даже если наши представления о предметной области ошибочны или вообще отсутствуют.

В этом и слабость этого подхода, реализованного в системе Эйдос. Модели системы Эйдос - это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже на теоретическом уровне познания в теоретических научных законах.

Всем этим и обусловлен выбор АСК-анализа и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» в качестве метода и инструмента решения поставленной проблемы и достижения цели работы (рисунок 1).

**Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос»,  
повышение уровня системности данных, информации и знаний,  
повышение уровня системности моделей**



**Рисунок 1. Последовательность решения задач  
в АСК-анализе и системе «Эйдос»**

Рассмотрим решение поставленных задач в подробном численном примере.

## **Задача 1: когнитивная структуризация предметной области**

На этапе когнитивно-целевой структуризации предметной области мы не формализуем путем решаем на качественном уровне, что будем рассматривать в качестве факторов, действующих на моделируемый объект (причин), а что в качестве результатов действия этих факторов (последствий).

При этом необходимо отметить, что системно-когнитивные модели (СК-модели) отражают лишь сам факт наличия зависимостей между значениями факторов и результатами их действия. Но они не отражают причин и механизмов такого влияния.

Это значит:

– во-первых, что содержательная интерпретация СК-моделей – это компетенция специалистов-экспертов хорошо разбирающихся в данной предметной области. Иногда встречается ситуация, когда и то, что на первый взгляд являются причинами, и то, что, казалось бы, является их последствиями, на самом деле является последствиями неких глубинных причин, которых мы не видим и никоим образом непосредственно не отражаем в модели;

– во-вторых, даже если содержательной интерпретации не разработано, то в принципе это не исключает возможности пользоваться ими на практике для достижения заданных результатов и поставленных целей, т.е. для управления.

В данной работе в качестве классификационных шкал выберем год (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на популярность – языки программирования. (таблица 2):

Таблица 1 – Классификационная шкала

Код	Наименование
1	Years

Таблица 2 – Описательные шкалы

Код	Наименование
1	Abap
2	Ada
3	C/C++
4	C#
5	Cobol
6	Dart
7	Delphi
8	Go
9	Groovy
10	Haskell
11	Julia
12	Kotlin
13	Java
14	Javascript
15	Lua
16	Matlab
17	Objective-C
18	Perl
19	PHP
20	Python
21	R
22	Ruby
23	Rust
24	Scala
25	Swift
26	TypeScript
27	VBA
28	Visual Basic

## **Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области**

Исходные данные для данной статьи (рисунок 2) получены из PYPL PopularY.

Date	Years	Алгоритм	Ada	C/C++	Ch	Cobol	Dart	Delphi	Go	Groovy	Haskell	Julia	Kotlin	Java	Javascript	Lua	Matlab	Objective-C	Perl	PHP	Python	R	Ruby	Rust	Scala	Swift	TypeScript	VBA	Visual Basic
July 2004	2004	0.36	0.38	9.97	4.86	0.44	0.00	2.89	0.00	0.03	0.23	0.00	29.25	8.90	0.17	2.18	0.20	7.58	18.77	2.60	0.40	0.35	0.08	0.03	0.00	0.00	1.49	8.84	
August 2004	2004	0.37	0.38	9.65	5.20	0.48	0.00	2.78	0.00	0.07	0.21	0.00	28.96	8.91	0.16	2.14	0.19	7.43	18.88	2.75	0.42	0.41	0.10	0.03	0.00	0.00	1.52	8.96	
September 2004	2004	0.43	0.43	9.46	5.29	0.53	0.00	2.77	0.00	0.08	0.22	0.00	28.97	8.75	0.20	2.22	0.21	7.36	18.93	2.84	0.42	0.43	0.11	0.03	0.00	0.00	1.62	8.82	
October 2004	2004	0.42	0.39	9.16	5.43	0.55	0.00	2.84	0.00	0.09	0.21	0.00	28.98	8.54	0.23	2.30	0.21	7.35	18.92	2.99	0.43	0.47	0.12	0.04	0.00	0.00	1.65	8.70	
November 2004	2004	0.39	0.39	9.37	5.40	0.57	0.00	2.85	0.00	0.08	0.25	0.00	29.00	8.55	0.24	2.29	0.23	7.28	19.02	2.93	0.43	0.46	0.14	0.04	0.00	0.00	1.55	8.50	
December 2004	2004	0.37	0.38	9.35	5.38	0.55	0.00	2.86	0.00	0.09	0.22	0.00	29.59	8.54	0.22	2.21	0.21	7.27	19.14	2.79	0.41	0.43	0.13	0.04	0.00	0.00	1.50	8.32	
January 2005	2005	0.40	0.40	9.45	5.37	0.58	0.00	2.73	0.00	0.11	0.22	0.00	29.47	8.42	0.25	2.28	0.20	7.19	19.34	2.94	0.39	0.46	0.15	0.03	0.00	0.00	1.46	7.78	
February 2005	2005	0.38	0.41	9.53	5.31	0.52	0.00	2.73	0.00	0.08	0.22	0.00	30.00	8.20	0.26	2.37	0.19	7.08	19.44	2.94	0.39	0.46	0.15	0.03	0.00	0.00	1.48	7.84	
March 2005	2005	0.35	0.37	9.69	5.45	0.46	0.00	2.69	0.00	0.08	0.24	0.00	30.29	8.00	0.23	2.39	0.16	6.96	19.50	2.84	0.43	0.47	0.13	0.03	0.00	0.00	1.46	7.78	
April 2005	2005	0.34	0.37	9.89	5.53	0.42	0.00	2.61	0.00	0.08	0.23	0.00	30.41	8.10	0.23	2.26	0.13	6.87	19.66	2.84	0.41	0.44	0.11	0.02	0.00	0.00	1.38	7.68	
May 2005	2005	0.35	0.37	9.66	5.63	0.40	0.00	2.50	0.00	0.09	0.23	0.00	30.55	8.21	0.23	2.23	0.12	6.76	19.67	2.88	0.41	0.47	0.09	0.02	0.00	0.00	1.46	7.67	
June 2005	2005	0.35	0.36	9.50	5.77	0.40	0.00	2.44	0.00	0.08	0.23	0.00	30.43	8.08	0.24	2.28	0.12	6.57	20.00	2.95	0.41	0.45	0.10	0.01	0.00	0.00	1.55	7.58	
July 2005	2005	0.33	0.34	9.43	6.16	0.39	0.00	2.50	0.00	0.08	0.24	0.00	30.53	8.08	0.21	2.27	0.12	6.45	19.66	2.97	0.44	0.61	0.11	0.01	0.00	0.00	1.58	7.50	
August 2005	2005	0.32	0.30	9.25	6.19	0.40	0.00	2.36	0.00	0.09	0.24	0.00	30.29	8.24	0.21	2.13	0.11	6.57	19.80	3.15	0.44	0.66	0.12	0.02	0.00	0.00	1.62	7.47	
September 2005	2005	0.36	0.29	9.13	6.21	0.40	0.00	2.33	0.00	0.08	0.22	0.00	30.16	8.42	0.26	2.05	0.12	6.62	19.73	3.30	0.45	0.79	0.18	0.01	0.00	0.00	1.60	7.31	
October 2005	2005	0.37	0.30	9.06	6.13	0.44	0.00	2.40	0.00	0.08	0.24	0.00	30.43	8.18	0.27	2.15	0.14	6.52	19.57	3.42	0.48	0.93	0.16	0.01	0.00	0.00	1.67	7.12	
November 2005	2005	0.38	0.28	8.98	6.31	0.44	0.00	2.45	0.00	0.07	0.25	0.00	29.97	8.31	0.30	2.26	0.13	6.53	19.42	3.62	0.50	1.09	0.17	0.01	0.00	0.00	1.64	6.90	
December 2005	2005	0.38	0.27	9.09	6.43	0.47	0.00	2.41	0.00	0.08	0.26	0.00	29.78	8.27	0.32	2.31	0.11	6.48	19.16	3.83	0.52	1.21	0.16	0.01	0.00	0.00	1.63	6.81	
January 2006	2006	0.40	0.28	8.93	6.18	0.44	0.00	2.35	0.00	0.09	0.26	0.00	30.14	8.33	0.34	2.28	0.11	6.26	19.30	3.90	0.50	1.35	0.15	0.02	0.00	0.00	1.58	6.79	
February 2006	2006	0.40	0.31	8.86	6.26	0.50	0.00	2.45	0.00	0.08	0.29	0.00	30.27	8.14	0.37	2.37	0.13	6.02	19.12	3.89	0.55	1.56	0.14	0.02	0.00	0.00	1.64	6.63	
March 2006	2006	0.37	0.28	8.90	6.37	0.48	0.00	2.35	0.00	0.09	0.26	0.00	30.40	8.07	0.34	2.50	0.11	5.81	19.41	3.87	0.52	1.66	0.09	0.02	0.00	0.00	1.62	6.55	
April 2006	2006	0.35	0.25	8.83	6.59	0.44	0.00	2.16	0.00	0.10	0.29	0.00	30.64	8.08	0.34	2.44	0.10	5.72	19.52	3.77	0.52	1.77	0.09	0.03	0.00	0.00	1.52	6.45	
May 2006	2006	0.34	0.24	8.59	6.71	0.45	0.00	2.08	0.00	0.11	0.28	0.00	30.64	8.08	0.36	2.31	0.10	5.59	19.77	3.74	0.53	1.94	0.07	0.03	0.00	0.00	1.52	6.53	
June 2006	2006	0.36	0.24	8.26	6.77	0.47	0.00	2.01	0.00	0.12	0.29	0.00	30.37	8.24	0.38	2.33	0.11	5.60	19.84	3.83	0.55	1.99	0.08	0.03	0.00	0.00	1.56	6.59	
July 2006	2006	0.36	0.23	8.28	6.94	0.48	0.00	1.99	0.00	0.09	0.30	0.00	29.83	8.30	0.42	2.41	0.13	5.64	20.10	3.74	0.58	2.00	0.09	0.02	0.00	0.00	1.55	6.51	
August 2006	2006	0.36	0.21	8.19	7.02	0.42	0.00	1.92	0.00	0.11	0.27	0.00	29.77	8.41	0.40	2.36	0.12	5.62	20.29	3.77	0.55	2.14	0.08	0.02	0.00	0.00	1.56	6.42	
September 2006	2006	0.35	0.21	7.97	7.06	0.42	0.00	1.98	0.00	0.09	0.28	0.00	29.86	8.49	0.45	2.19	0.13	5.61	20.32	3.87	0.55	2.23	0.09	0.02	0.00	0.00	1.61	6.21	
October 2006	2006	0.35	0.25	7.95	7.12	0.43	0.00	2.05	0.00	0.09	0.31	0.00	29.45	8.62	0.46	2.25	0.14	5.59	20.06	4.00	0.55	2.31	0.09	0.02	0.00	0.00	1.73	6.19	
November 2006	2006	0.36	0.25	8.18	7.08	0.42	0.00	2.00	0.00	0.09	0.33	0.00	29.40	8.69	0.44	2.29	0.14	5.45	20.17	4.00	0.54	2.30	0.09	0.02	0.00	0.00	1.77	5.98	
December 2006	2006	0.41	0.29	8.43	7.10	0.40	0.00	1.95	0.00	0.07	0.35	0.00	29.52	8.51	0.48	2.32	0.14	5.41	19.97	4.00	0.58	2.38	0.09	0.02	0.00	0.00	1.71	5.88	
January 2007	2007	0.39	0.28	8.31	7.20	0.39	0.00	1.92	0.00	0.07	0.35	0.00	29.52	8.54	0.48	2.30	0.11	5.45	19.91	4.17	0.58	2.51	0.08	0.02	0.00	0.00	1.73	5.72	
February 2007	2007	0.41	0.28	8.33	7.17	0.42	0.00	1.94	0.00	0.09	0.40	0.00	29.30	8.41	0.43	2.47	0.13	5.32	19.71	4.44	0.64	2.54	0.10	0.03	0.00	0.00	1.69	5.75	
March 2007	2007	0.41	0.30	8.34	7.18	0.40	0.00	1.82	0.00	0.11	0.40	0.00	29.50	8.26	0.38	2.52	0.12	5.06	19.49	4.46	0.64	2.58	0.10	0.02	0.00	0.00	1.69	5.92	
April 2007	2007	0.40	0.27	8.16	7.05	0.40	0.00	1.85	0.00	0.15	0.37	0.00	29.57	8.13	0.37	2.61	0.13	5.00	19.93	4.56	0.63	2.72	0.12	0.03	0.00	0.00	1.66	5.91	
May 2007	2007	0.40	0.26	8.03	7.04	0.37	0.00	1.83	0.00	0.15	0.36	0.00	29.74	8.15	0.38	2.64	0.14	4.99	19.91	4.60	0.66	2.73	0.12	0.05	0.00	0.00	1.62	5.83	
June 2007	2007	0.33	0.22	7.82	6.97	0.37	0.00	1.89	0.00	0.17	0.32	0.00	30.05	8.29	0.31	2.64	0.12	4.90	20.29	4.59	0.60	2.83	0.11	0.06	0.00	0.00	1.66	5.69	
July 2007	2007	0.35	0.23	7.90	6.94	0.39	0.00	1.85	0.00	0.18	0.31	0.00	30.33	8.17	0.34	2.67	0.14	4.81	20.07	4.48	0.61	2.89	0.11	0.06	0.00	0.00	1.71	5.76	
August 2007	2007	0.37	0.24	7.90	7.13	0.36	0.00	1.78	0.00	0.18	0.30	0.00	30.51	8.36	0.37	2.31	0.12	4.95	20.06	4.39	0.65	2.92	0.07	0.08	0.00	0.00	1.72	5.54	
September 2007	2007	0.38	0.24	7.80	7.19	0.35	0.00	1.78	0.00	0.17	0.31	0.00	30.69	8.36	0.39	2.22	0.11	4.91	20.01	4.41	0.72	2.							

August 2012	2012	0,73	0,25	8,69	8,98	0,38	0,13	0,93	0,07	0,43	0,30	0,14	0,00	27,27	7,00	0,66	3,15	4,40	2,17	14,90	8,21	1,76	2,77	0,07	0,41	0,00	0,00	2,32	3,88
September 2012	2012	0,70	0,25	8,69	9,19	0,38	0,12	0,89	0,07	0,45	0,30	0,15	0,01	27,15	6,98	0,70	3,10	4,51	2,18	14,80	8,23	1,79	2,79	0,08	0,42	0,00	0,00	2,26	3,77
October 2012	2012	0,70	0,25	8,72	9,26	0,36	0,12	0,88	0,08	0,44	0,30	0,14	0,01	26,97	7,01	0,70	3,09	4,71	2,18	14,88	8,23	1,83	2,77	0,08	0,42	0,00	0,00	2,13	3,73
November 2012	2012	0,69	0,24	8,81	9,41	0,33	0,11	0,83	0,08	0,41	0,28	0,14	0,01	26,80	7,07	0,68	3,07	4,89	2,10	14,71	8,33	1,86	2,82	0,09	0,42	0,00	0,02	2,11	3,69
December 2012	2012	0,70	0,25	8,68	9,57	0,33	0,11	0,84	0,09	0,41	0,29	0,15	0,01	26,84	7,10	0,69	3,09	4,87	2,13	14,50	8,44	1,90	2,78	0,10	0,42	0,00	0,03	2,09	3,60
January 2013	2013	0,65	0,25	8,79	9,59	0,31	0,12	0,81	0,08	0,38	0,29	0,14	0,01	26,85	7,05	0,70	3,08	5,04	2,07	14,45	8,67	1,88	2,78	0,09	0,41	0,00	0,04	1,95	3,53
February 2013	2013	0,60	0,24	8,72	9,59	0,30	0,12	0,77	0,08	0,37	0,29	0,14	0,01	27,01	6,93	0,70	3,12	5,12	2,03	14,45	8,99	1,91	2,79	0,09	0,41	0,00	0,05	1,84	3,42
March 2013	2013	0,62	0,24	8,55	9,56	0,30	0,13	0,80	0,08	0,39	0,28	0,14	0,01	26,85	6,92	0,70	3,18	5,35	1,96	14,42	9,03	1,93	2,76	0,09	0,44	0,00	0,08	1,85	3,35
April 2013	2013	0,63	0,24	8,44	9,59	0,31	0,13	0,78	0,09	0,39	0,27	0,14	0,01	26,79	7,03	0,70	3,22	5,36	1,92	14,26	9,22	1,98	2,75	0,09	0,45	0,00	0,09	1,84	3,29
May 2013	2013	0,61	0,24	8,25	9,81	0,33	0,13	0,78	0,09	0,40	0,28	0,13	0,00	26,63	7,11	0,71	3,19	5,37	1,90	14,37	9,43	1,97	2,68	0,08	0,46	0,00	0,08	1,75	3,20
June 2013	2013	0,58	0,23	8,18	9,88	0,33	0,13	0,74	0,10	0,39	0,28	0,12	0,00	26,56	7,29	0,70	3,14	5,43	1,82	14,41	9,61	1,98	2,70	0,07	0,46	0,00	0,08	1,63	3,14
July 2013	2013	0,59	0,22	7,95	10,00	0,33	0,13	0,73	0,10	0,39	0,29	0,12	0,00	26,54	7,40	0,69	3,15	5,48	1,83	14,31	9,71	1,97	2,69	0,08	0,46	0,00	0,09	1,65	3,09
August 2013	2013	0,62	0,23	7,93	9,99	0,34	0,12	0,74	0,11	0,40	0,30	0,13	0,00	26,41	7,64	0,67	3,09	5,56	1,85	14,11	9,68	1,98	2,72	0,08	0,50	0,00	0,10	1,63	3,06
September 2013	2013	0,61	0,24	7,96	9,95	0,34	0,12	0,69	0,11	0,37	0,30	0,14	0,01	26,24	7,71	0,65	3,03	5,55	1,82	14,01	9,87	2,01	2,72	0,08	0,51	0,00	0,09	1,59	3,04
October 2013	2013	0,60	0,24	7,93	9,98	0,33	0,11	0,66	0,11	0,37	0,29	0,14	0,00	26,35	7,60	0,64	2,94	5,98	1,79	13,91	9,91	2,03	2,78	0,09	0,54	0,00	0,10	1,58	2,98
November 2013	2013	0,58	0,26	8,06	9,81	0,33	0,11	0,65	0,12	0,38	0,30	0,14	0,00	26,56	7,60	0,63	3,00	6,12	1,78	13,61	9,94	2,08	2,73	0,08	0,55	0,00	0,09	1,56	3,00
December 2013	2013	0,62	0,28	8,13	9,81	0,32	0,12	0,66	0,12	0,41	0,31	0,15	0,00	26,53	7,46	0,60	3,02	6,21	1,76	13,39	9,84	2,12	2,68	0,08	0,62	0,00	0,10	1,64	3,00
January 2014	2014	0,61	0,28	8,17	9,76	0,33	0,14	0,66	0,12	0,42	0,31	0,16	0,00	26,33	7,45	0,59	3,01	6,38	1,69	13,22	9,98	2,16	2,68	0,12	0,65	0,00	0,11	1,65	3,03
February 2014	2014	0,61	0,31	8,18	9,66	0,34	0,16	0,68	0,14	0,45	0,34	0,17	0,00	26,25	7,36	0,63	3,03	6,50	1,50	13,10	10,03	2,20	2,61	0,21	0,68	0,07	0,12	1,70	2,97
March 2014	2014	0,60	0,32	8,17	9,70	0,34	0,18	0,69	0,14	0,46	0,35	0,18	0,00	26,03	7,43	0,62	3,07	6,68	1,35	13,02	9,99	2,22	2,60	0,26	0,68	0,13	0,11	1,70	2,98
April 2014	2014	0,63	0,33	8,11	9,69	0,35	0,20	0,71	0,15	0,47	0,37	0,19	0,00	26,21	7,51	0,62	3,09	5,57	1,21	13,00	10,06	2,24	2,59	0,28	0,66	0,19	0,11	1,73	2,96
May 2014	2014	0,65	0,33	8,02	9,75	0,35	0,21	0,74	0,16	0,48	0,37	0,20	0,00	26,04	7,54	0,67	3,01	6,39	1,04	13,03	10,15	2,24	2,64	0,31	0,70	0,26	0,12	1,73	2,88
June 2014	2014	0,63	0,32	7,94	9,75	0,37	0,20	0,70	0,16	0,48	0,36	0,19	0,00	26,11	7,61	0,67	3,01	6,44	0,93	12,95	10,17	2,32	2,62	0,33	0,68	0,32	0,12	1,69	2,80
July 2014	2014	0,64	0,33	7,89	9,73	0,34	0,19	0,68	0,18	0,48	0,34	0,19	0,00	26,18	7,67	0,64	3,01	6,34	0,89	12,95	10,17	2,32	2,66	0,31	0,66	0,71	0,12	1,69	2,71
August 2014	2014	0,62	0,28	8,17	9,76	0,33	0,17	0,63	0,17	0,46	0,31	0,18	0,00	26,41	7,65	0,59	2,93	6,24	1,00	12,98	10,29	2,30	2,66	0,24	0,65	0,99	0,11	1,66	2,62
September 2014	2014	0,63	0,28	7,91	9,65	0,32	0,15	0,62	0,18	0,47	0,30	0,17	0,00	26,33	7,64	0,59	2,91	6,15	1,16	12,86	10,27	2,37	2,65	0,21	0,68	1,24	0,11	1,62	2,54
October 2014	2014	0,58	0,28	8,01	9,62	0,32	0,14	0,62	0,19	0,45	0,29	0,17	0,00	26,07	7,63	0,56	2,96	6,25	1,23	12,59	10,40	2,41	2,62	0,20	0,71	1,57	0,10	1,56	2,48
November 2014	2014	0,57	0,28	8,02	9,69	0,30	0,15	0,58	0,19	0,43	0,29	0,17	0,00	25,94	7,57	0,50	3,05	6,54	1,28	12,30	10,47	2,55	2,58	0,18	0,70	1,96	0,10	1,58	2,45
December 2014	2014	0,58	0,31	8,04	9,79	0,31	0,14	0,60	0,20	0,45	0,31	0,18	0,00	25,81	7,48	0,51	3,07	6,28	1,41	12,05	10,54	2,52	2,58	0,18	0,73	2,34	0,10	1,58	2,46
January 2015	2015	0,59	0,32	8,08	9,68	0,32	0,14	0,61	0,20	0,45	0,33	0,19	0,00	25,76	7,43	0,54	3,03	6,23	1,36	12,00	10,71	2,59	2,61	0,18	0,73	2,42	0,10	1,51	2,42
February 2015	2015	0,57	0,35	8,04	9,33	0,32	0,13	0,60	0,21	0,45	0,33	0,18	0,00	25,54	7,41	0,54	3,12	6,19	1,31	11,86	10,86	2,65	2,53	0,20	0,71	2,49	0,11	1,47	2,49
March 2015	2015	0,57	0,36	7,98	9,33	0,34	0,14	0,57	0,22	0,46	0,36	0,18	0,00	25,60	7,33	0,53	3,14	5,96	1,27	11,82	11,14	2,68	2,53	0,19	0,72	2,59	0,11	1,47	2,41
April 2015	2015	0,59	0,38	7,93	9,29	0,34	0,14	0,57	0,23	0,48	0,38	0,19	0,00	25,60	7,36	0,53	3,07	5,70	1,31	11,87	11,25	2,73	2,52	0,20	0,74	2,62	0,13	1,50	2,34
May 2015	2015	0,60	0,38	7,78	9,41	0,35	0,12	0,56	0,23	0,45	0,39	0,18	0,00	25,60	7,42	0,53	3,07	5,52	1,33	11,96	11,27	2,72	2,57	0,21	0,75	2,63	0,15	1,49	2,29
June 2015	2015	0,59	0,36	7,75	9,56	0,32	0,12	0,55	0,24	0,51	0,38	0,18	0,00	25,63	7,39	0,52	2,98	5,46	1,33	11,99	11,33	2,80	2,54	0,22	0,78	2,59	0,17	1,56	2,18
July 2015	2015	0,56	0,35	7,67	9,58	0,31	0,12	0,53	0,24	0,49	0,37	0,16	0,00	25,58	7,46	0,51	2,97	5,39	1,33	11,91	11,41	2,84	2,57	0,22	0,83	2,69	0,19	1,59	2,14
August 2015	2015	0,58	0,34	7,72	9,50	0,31	0,12	0,52	0,24	0,48	0,37	0,16	0,00	25,67	7,43	0,51	2,98	5,44	1,35	11,94	11,45	2,91	2,61	0,20	0,86	2,73	0,20	1,61	2,02
September 2015	2015	0,55	0,31	7,85	9,21	0,32	0,12	0,44	0,26	0,43	0,31	0,16	0,00	25,60	7,47	0,50	2,80	5,49	1,24	11,43	12,05	2,94	2,61	0,20	0,93	3,00	0,24	1,57	1,96
October 2015	2015	0,56	0,32	7,97	9,10	0,33	0,13	0,45	0,30																				

**2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему "ЭЙДОС-Х++"**

**Автоматическая формализация предметной области: генерация классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей и распознаваемой выборки на основе базы исходных данных: "Inp\_data"**

Задайте тип файла исходных данных: "Inp\_data":

- XLS - MS Excel-2003
- XLSX - MS Excel-2007(2010)
- DBF - DBASE IV (DBF/NTX)
- CSV - CSV => DBF конвертер

Стандарт XLS-файла  
Стандарт DBF-файла  
Стандарт CSV-файла

Задайте параметры:

- Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных
- Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных
- Создавать БД средник по классам "Inp\_davr.dbf"?  
Требования к файлу исходных данных

Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец классификационных шкал:   
Конечный столбец классификационных шкал:

Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал:   
Конечный столбец описательных шкал:

Задайте режим:

- Формализации предметной области (на основе "Inp\_data")
- Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp\_rasp")

Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей "Inp\_data":

- Не применять сценарий метод АСК-анализа
- Применить спец.интерпретацию текстовых полей классов
- Применить сценарий метод АСК-анализа
- Применить спец.интерпретацию текстовых полей признаков

**Параметры интерпретации значений текстовых полей "Inp\_data":**

Интерпретация TXT-полей классов:  
Значения полей текстовых классификационных шкал файла исходных данных "Inp\_data" рассматриваются как целое

Интерпретация TXT-полей признаков:  
Значения полей текстовых описательных шкал файла исходных данных "Inp\_data" рассматриваются как целое

Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

- Только интервальные числовые значения (например: "1/3-(59873.000000, 178545.666667)")
- Только наименования интервальных числовых значений (например: "Минимальное")
- И интервальные числовые значения, и их наименования (например: "Минимальное: 1/3-(59873.000000, 178545.666667)")

**Ok**    **Cancel**

**2.3.2.2. Задание размерности модели системы "ЭЙДОС-Х++"**

**ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ**

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [17 x 84]

Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных	Среднее количество градаций на класс.шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис.шкалу
Числовые	0	0	0,00	28	84	3,00
Текстовые	1	17	17,00	0	0	0,00
ВСЕГО:	1	17	17,00	28	84	3,00

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

В описательных шкалах:

**Пересчитать шкалы и градации**    **Параметры числ.шкал и градаций**    **Выйти на создание модели**

**2.3.2.2. Процесс импорта данных из внешней БД "Inp\_data" в систему "ЭЙДОС-Х++"**

Стадии исполнения процесса

1/3: Формирование классификационных и описательных шкал и градаций на основе БД "Inp\_data"- Готово  
2/3: Генерация обучающей выборки и базы событий "EventsKO" на основе внешней БД "Inp\_data"- Готово  
3/3: Переиндексация всех баз данных нового приложения- Готово

**ПРОЦЕСС ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЗАВЕРШЕН УСПЕШНО !!!**

Прогноз времени исполнения

<b>Начало: 19:04:01</b>	<b>Окончание: 19:04:03</b>
100%	
<b>Прошло: 0:00:01</b>	<b>Осталось: 0:00:00</b>

**Ok**

Рисунок 3. Экранные формы программного интерфейса (API) 2.3.2.2  
системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа

Обратим внимание на то, что заданы аддитивные интервалы, учитывающее неравномерность распределения данных по диапазону значений, что важно при относительно небольшом числе наблюдений. Если бы интервалы были заданы равными по величине, то в них бы учитывалось сильно отличающееся число наблюдений, а в некоторых интервалах их бы могло не оказаться вовсе. В описательных шкалах задано 3 числовых интервальных значения.

На рисунке 4 приведен Help данного режима, в котором объясняется принцип организации таблицы исходных данных для данного режима. Здесь же обратим внимание на то, что в таблице 3 значения параметров могут быть представлены как числовыми, так и текстовыми значениями.

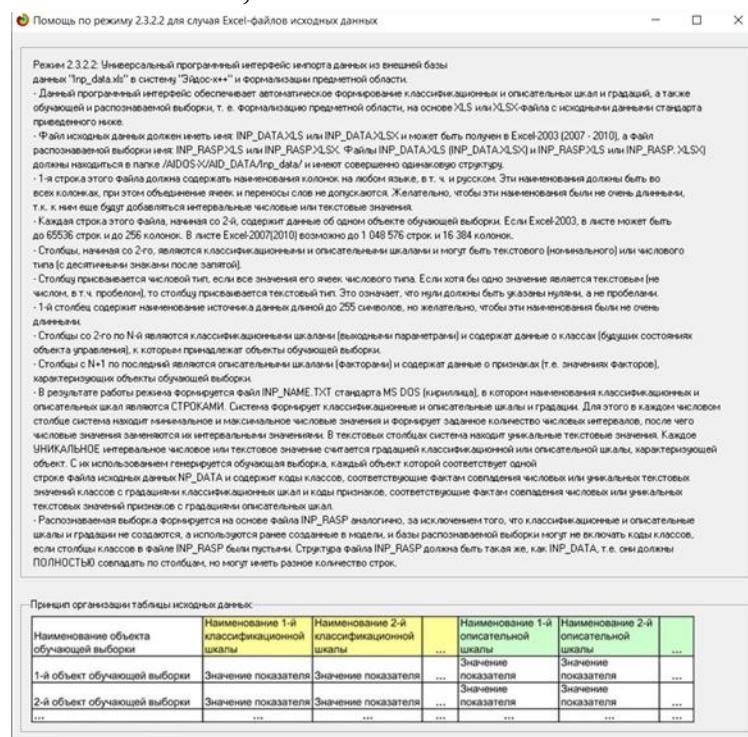


Рисунок 4. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформирована 1 классификационная шкала с суммарным количеством градаций (классов) 17 (таблица 3) и 28 описательных шкал с суммарным числом градаций 84 (таблица 4). С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные данные (рисунок 2) были закодированы и в результате получена обучающая выборка (таблица 4):

Таблица 3 – Классификационные шкалы и градации  
(Года)

Код	Название
1	1/17_-2004
2	1/17_-2005
3	1/17_-2006
4	1/17_-2007

5	1/17-_2008
6	1/17-_2009
7	1/17-_2010
8	1/17-_2011
9	1/17-_2012
10	1/17-_2013
11	1/17-_2014
12	1/17-_2015
13	1/17-_2016
14	1/17-_2017
15	1/17-_2018
16	1/17-_2019
17	1/17-_2020

**Таблица 4 – Описательные шкалы и градации  
(Языки программирования)**

1	ABAP-1/3-{0.3200000,0.4300000}
2	ABAP-2/3-{0.4300000,0.5600000}
3	ABAP-3/3-{0.5600000,0.7300000}
4	ADA-1/3-{0.1700000,0.2400000}
5	ADA-2/3-{0.2400000,0.3300000}
6	ADA-3/3-{0.3300000,0.5200000}
7	C/C++-1/3-{5.6900000,7.7600000}
8	C/C++-2/3-{7.7600000,8.7200000}
9	C/C++-3/3-{8.7200000,12.9800000}
10	C#-1/3-{4.8600000,7.0200000}
11	C#-2/3-{7.0200000,7.9800000}
12	C#-3/3-{7.9800000,10.0000000}
13	COBOL-1/3-{0.2500000,0.3300000}
14	COBOL-2/3-{0.3300000,0.4100000}
15	COBOL-3/3-{0.4100000,0.5800000}
16	DART-1/3-{0.0100000,0.1200000}
17	DART-2/3-{0.1200000,0.1400000}
18	DART-3/3-{0.1400000,0.5700000}
19	DELPHI-1/3-{0.2200000,0.5600000}
20	DELPHI-2/3-{0.5600000,1.3900000}
21	DELPHI-3/3-{1.3900000,2.8900000}
22	GO-1/3-{0.0100000,0.1000000}
23	GO-2/3-{0.1000000,0.5000000}
24	GO-3/3-{0.5000000,1.4400000}
25	GROOVY-1/3-{0.0300000,0.2900000}
26	GROOVY-2/3-{0.2900000,0.4300000}
27	GROOVY-3/3-{0.4300000,0.5200000}
28	HASKELL-1/3-{0.2100000,0.2900000}
29	HASKELL-2/3-{0.2900000,0.3100000}
30	HASKELL-3/3-{0.3100000,0.4000000}
31	JULIA-1/3-{0.0100000,0.1700000}
32	JULIA-2/3-{0.1700000,0.2100000}
33	JULIA-3/3-{0.2100000,0.4600000}
34	KOTLIN-1/3-{0.0100000,0.1200000}
35	KOTLIN-2/3-{0.1200000,0.10700000}
36	KOTLIN-3/3-{1.0700000,1.6400000}
37	JAVA-1/3-{16.4000000,25.6200000}
38	JAVA-2/3-{25.6200000,28.7700000}
39	JAVA-3/3-{28.7700000,30.8500000}
40	JAVASCRIPT-1/3-{6.9200000,7.6000000}
41	JAVASCRIPT-2/3-{7.6000000,8.1600000}
42	JAVASCRIPT-3/3-{8.1600000,8.9100000}
43	LUA-1/3-{0.1600000,0.4100000}
44	LUA-2/3-{0.4100000,0.5000000}
45	LUA-3/3-{0.5000000,0.7100000}
46	MATLAB-1/3-{1.6200000,2.3500000}
47	MATLAB-2/3-{2.3500000,2.9700000}
48	MATLAB-3/3-{2.9700000,3.3900000}
49	OBJECTIVE-C-1/3-{0.1000000,0.2100000}
50	OBJECTIVE-C-2/3-{0.2100000,0.41900000}
51	OBJECTIVE-C-3/3-{4.1900000,6.6800000}
52	PERL-1/3-{0.4700000,1.2500000}
53	PERL-2/3-{1.2500000,3.8000000}
54	PERL-3/3-{3.8000000,7.5800000}
55	PHP-1/3-{5.7500000,11.9100000}
56	PHP-2/3-{11.9100000,18.3500000}

57	PHP-3/3-{18.3500000,20.3200000}
58	PYTHON-1/3-{2.6000000,6.2800000}
59	PYTHON-2/3-{6.2800000,11.2500000}
60	PYTHON-3/3-{11.2500000,31.8300000}
61	R-1/3-{0.3900000,1.0600000}
62	R-2/3-{1.0600000,2.7200000}
63	R-3/3-{2.7200000,4.1900000}
64	RUBY-1/3-{0.3500000,2.0300000}
65	RUBY-2/3-{2.0300000,2.6100000}
66	RUBY-3/3-{2.6100000,3.0100000}
67	RUST-1/3-{0.0500000,0.0900000}
68	RUST-2/3-{0.0900000,0.2200000}
69	RUST-3/3-{0.2200000,1.0100000}
70	SCALA-1/3-{0.0100000,0.2100000}
71	SCALA-2/3-{0.2100000,0.7400000}
72	SCALA-3/3-{0.7400000,1.3500000}
73	SWIFT-1/3-{0.0700000,2.4100000}
74	SWIFT-2/3-{2.4100000,2.9600000}
75	SWIFT-3/3-{2.9600000,3.5900000}
76	TYPESCRIPT-1/3-{0.0100000,0.1200000}
77	TYPESCRIPT-2/3-{0.1200000,1.3700000}
78	TYPESCRIPT-3/3-{1.3700000,1.9300000}
79	VBA-1/3-{1.1600000,1.5200000}
80	VBA-2/3-{1.5200000,1.7100000}
81	VBA-3/3-{1.7100000,2.5500000}
82	VISUALBASIC-1/3-{0.7900000,2.2900000}
83	VISUALBASIC-2/3-{2.2900000,5.2900000}
84	VISUALBASIC-3/3-{5.2900000,8.9600000}

2.3.1. Ручной ввод-корректировка обучающей выборки. Текущая модель: "INF1"

Код объекта	Наименование объекта				Дата	Время
1	July 2004					
2	August 2004					
3	September 2004					
4	October 2004					
5	November 2004					
6	December 2004					
7	January 2005					
8	February 2005					
9	March 2005					
10	April 2005					
11	May 2005					
12	June 2005					

Код объекта	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак 5	Признак 6	Признак 7
1	1	0	0	0	1	6	9	10	15	21	25
					1	28	39	42	43	46	54
					1	57	58	61	64	67	79
					1	84	0	0	0	0	0

Помощь Скопировать обуч выб в расп Добавить объект Добавить классы Добавить признаки Удалить объект Удалить классы Удалить признаки Очистить БД

Рисунок 4а. Обучающая выборка (фрагмент)

### Задача 3: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей, и выбор наиболее достоверной из них для решения задач

Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей (СК-моделей) моделей осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунок 5).

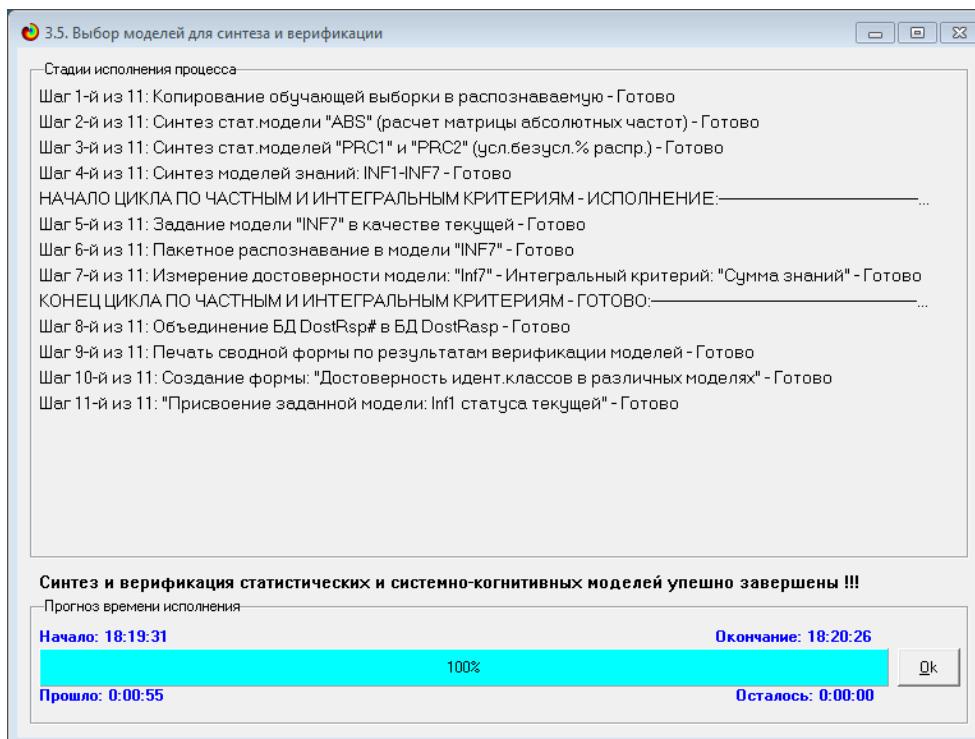
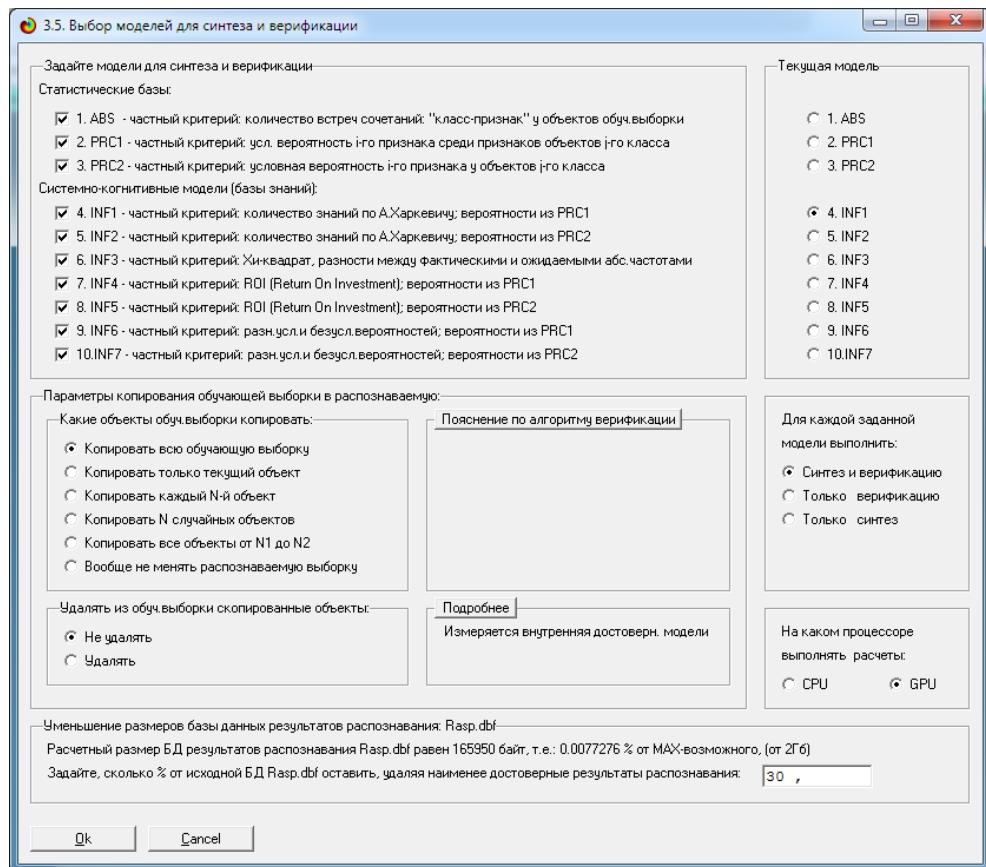


Рисунок 5. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

Обратим внимание на то, что на рисунке 5 в правом нижнем углу окна задана опция: «Расчеты проводить на графическом процессоре (GPU)».

Из рисунка 5 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 55 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался графический процессор (GPU) видеокарты. На центральном процессоре (CPU) выполнение этих операций занимает значительно большее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз дольше). Таким образом, неграфические вычисления на графических процессорах видеокарты делает возможной обработку больших объемов исходных данных за разумное время. В процесс синтеза и верификации моделей осуществляется также расчет 10 выходных форм, на что уходит более 99% времени исполнения.

Фрагменты самих созданных статистических и системно-когнитивных моделей (СК-модели) приведены на рисунках 6, 7:

5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Класс-признак" у объектов обуч.выборки"									
Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. YEARS 1/17 _2004	2. YEARS 2/17 _2005	3. YEARS 3/17 _2006	4. YEARS 4/17 _2007	5. YEARS 5/17 _2008	6. YEARS 6/17 _2009	7. YEARS 7/17 _2010	8. YEARS 8/17 _2011
1	ABAP-1/3-{0.3200000, 0.4300000}	6	12	12	12	12	7		
2	ABAP-2/3-{0.4300000, 0.5600000}						5	5	
3	ABAP-3/3-{0.5600000, 0.7300000}							7	
4	ADA-1/3-{0.1700000, 0.2400000}			5	7	6	12	12	
5	ADA-2/3-{0.2400000, 0.3300000}		5	7	5	6			
6	ADA-3/3-{0.3300000, 0.5200000}	6	7						
7	C/C++-1/3-{5.6900000, 7.7600000}				1	6			
8	C/C++-2/3-{7.7600000, 8.7200000}			8	11	6	3		
9	C/C++-3/3-{8.7200000, 12.9800000}	6	12	4			9	12	
10	C#-1/3-{4.8600000, 7.0200000}	6	12	8	3		5	12	
11	C#-2/3-{7.0200000, 7.9800000}			4	9	12	7		
12	C#-3/3-{7.9800000, 10.0000000}								
13	COBOL-1/3-{0.2500000, 0.3300000}				2				
14	COBOL-2/3-{0.3300000, 0.4100000}		5	1	9	7	4		
15	COBOL-3/3-{0.4100000, 0.5800000}	6	7	11	1	5	8	12	
16	DART-1/3-{0.0100000, 0.1200000}								
17	DART-2/3-{0.1200000, 0.1400000}								
18	DART-3/3-{0.1400000, 0.5700000}								
19	DELPHI-1/3-{0.2200000, 0.5600000}								
20	DELPHI-2/3-{0.5600000, 1.3900000}						1	12	
21	DELPHI-3/3-{1.3900000, 2.8900000}	6	12	12	12	12	11		
22	GO-1/3-{0.0100000, 0.1000000}							12	
23	GO-2/3-{0.1000000, 0.5000000}								

Рисунок 6. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

5.5. Модель: "6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абр.частотами"									
Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. YEARS 1/17 _2004	2. YEARS 2/17 _2005	3. YEARS 3/17 _2006	4. YEARS 4/17 _2007	5. YEARS 5/17 _2008	6. YEARS 6/17 _2009	7. YEARS 7/17 _2010	
1	ABAP-1/3-{0.3200000, 0.4300000}	4.244	8.487	8.421	8.474	8.487	3.487	-3	
2	ABAP-2/3-{0.4300000, 0.5600000}	-1.864	-3.729	-3.800	-3.743	-3.729	1.271	1	
3	ABAP-3/3-{0.5600000, 0.7300000}	-1.648	-3.297	-3.359	-3.309	-3.297	-3.297	3	
4	ADA-1/3-{0.1700000, 0.2400000}	-1.810	-3.621	1.311	3.365	2.379	8.379	8	
5	ADA-2/3-{0.2400000, 0.3300000}	-1.756	1.487	3.421	1.474	2.487	-3.513	-3	
6	ADA-3/3-{0.3300000, 0.5200000}	4.298	3.595	-3.469	-3.418	-3.405	-3.405	-3	
7	C/C++-1/3-{5.6900000, 7.7600000}	-1.783	-3.567	-3.634	-2.580	2.433	-3.567	-3	
8	C/C++-2/3-{7.7600000, 8.7200000}	-1.756	-3.513	4.421	7.474	2.487	-0.513	-3	
9	C/C++-3/3-{8.7200000, 12.9800000}	4.271	8.541	0.476	-3.472	-3.459	5.541	8	
10	C#-1/3-{4.8600000, 7.0200000}	4.244	8.487	4.421	-0.526	-3.513	1.487	8	
11	C#-2/3-{7.0200000, 7.9800000}	-1.783	-3.567	0.366	5.420	8.433	3.433	-3	
12	C#-3/3-{7.9800000, 10.0000000}	-1.729	-3.459	-3.524	-3.472	-3.459	-3.459	-3	
13	COBOL-1/3-{0.2500000, 0.3300000}	-1.973	-3.945	-4.020	-1.960	-3.945	-3.945	-4	
14	COBOL-2/3-{0.3300000, 0.4100000}	-1.567	1.866	-2.194	5.854	3.866	0.866	-3	
15	COBOL-3/3-{0.4100000, 0.5800000}	4.271	3.541	7.476	-2.472	1.541	4.541	8	
16	DART-1/3-{0.0100000, 0.1200000}	-1.324	-2.648	-2.698	-2.658	-2.648	-2.648	-2	
17	DART-2/3-{0.1200000, 0.1400000}	-0.811	-1.621	-1.652	-1.627	-1.621	-1.621	-1	
18	DART-3/3-{0.1400000, 0.5700000}	-1.000	-2.000	-2.037	-2.007	-2.000	-2.000	-2	
19	DELPHI-1/3-{0.2200000, 0.5600000}	-1.756	-3.513	-3.579	-3.526	-3.513	-3.513	-3	
20	DELPHI-2/3-{0.5600000, 1.3900000}	-1.756	-3.513	-3.579	-3.526	-3.513	-2.513	8	
21	DELPHI-3/3-{1.3900000, 2.8900000}	4.244	8.487	8.421	8.474	8.487	7.487	-3	
22	GO-1/3-{0.0100000, 0.1000000}	-1.162	-2.324	-2.368	-2.333	-2.324	-2.324	9	
23	GO-2/3-{0.1000000, 0.5000000}	-1.162	-2.324	-2.368	-2.333	-2.324	-2.324	-2	

Рисунок 7. Модель INF3 (фрагмент)

Отметим, что в АСК-анализе и СК-моделях степень выраженности различных свойств объектов наблюдения рассматривается с единственной точки зрения: с точки зрения того, какое **количество информации** содержится в них о том, к каким обобщающим категориям (классам) будут принадлежать или не принадлежать эти объекты. Поэтому не играет никакой роли, в каких единицах измерения измеряются те или иные свойства объектов наблюдения, а также в каких единицах измеряются результаты влияния этих свойств, натуральных, в процентах или стоимостных. Это и есть решение проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос», отличающее их от других интеллектуальных технологий.

### Верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергена, а также по критериям L1-L2-мерам проф. Е.В.Луценко, которые предложены для того, чтобы смягчить или полностью преодолеть некоторые недостатки F-меры. В режиме 3.4 системы «Эйдос» изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности (рисунок 8).

3.4. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит. Текущая модель: "INF1"								
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Сумма модул... ровней сход... стиго-отриц... ешений (STN)	Сумма модул... уровней сход... ложнополож... решений (SFP)	Сумма модул... уровней сход... ложно-отрицат... решений (SFN)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко	Средний модуль уровней сход... истинно-полож... решений
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "классификатор" и "объект"	Корреляция абс.частот с обр...	150.834	181.801	0.489	1.000	0.657	0.891	
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "классификатор" и "объект"	Сумма абс.частот по признак...		226.414		0.396	1.000	0.567	0.760
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди...	Корреляция усл.отн.частот с о...	150.834	181.801	0.489	1.000	0.657	0.891	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди...	Сумма усл.отн.частот по приз...		291.835		0.369	1.000	0.539	0.873
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	150.834	181.800	0.489	1.000	0.657	0.891	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...		243.331		0.385	1.000	0.556	0.783
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Семантический резонанс зна...	142.768	155.213	0.497	1.000	0.664	0.787	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Сумма знаний	8.362	195.050	0.436	1.000	0.607	0.773	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Семантический резонанс зна...	149.888	149.437	0.511	1.000	0.676	0.800	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Сумма знаний	5.323	159.679	0.462	1.000	0.632	0.704	
6. INF3 - частный критерий Хинквадрат: разности между фактами	Семантический резонанс зна...	188.066	174.781	0.496	1.000	0.663	0.883	
6. INF3 - частный критерий Хинквадрат: разности между фактами	Сумма знаний	156.414	120.862	0.541	1.000	0.702	0.729	
7. INF4 - частный критерий ROI (Return On Investment): вероятно...	Семантический резонанс зна...	145.412	169.574		0.475	1.000	0.644	0.786
7. INF4 - частный критерий ROI (Return On Investment): вероятно...	Сумма знаний		0.991	195.801	0.428	1.000	0.599	0.751
8. INF5 - частный критерий ROI (Return On Investment): вероятно...	Семантический резонанс зна...	148.374	166.714		0.480	1.000	0.649	0.790
8. INF5 - частный критерий ROI (Return On Investment): вероятно...	Сумма знаний	0.552	145.912		0.465	1.000	0.635	0.650
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безузл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	148.863	170.237		0.493	1.000	0.661	0.850
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безузл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	1.182	232.273		0.398	1.000	0.569	0.786
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безузл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	151.084	167.236		0.499	1.000	0.666	0.854
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безузл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	0.704	183.746		0.431	1.000	0.602	0.713

Рисунок 8. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1-критерию проф. Е.В.Луценко

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергена наиболее достоверной является СК-модель INF3 с интегральным критерием «Сумма знаний» ( $F=0,561$  при максимуме 1,000), что является довольно хорошим результатом, по критерию L1 проф. Е.В.Луценко та же модель является наиболее достоверной ( $L1=0,702$  при максимуме 1,000), что является хорошим результатом.

**Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели INF3 сильной причинно-следственной зависимости между популяностью языка программирования и годом.**

На рисунке 9 приведено частотное распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам идентификации годов в СК-модели INF3 по данным обучающей выборки:

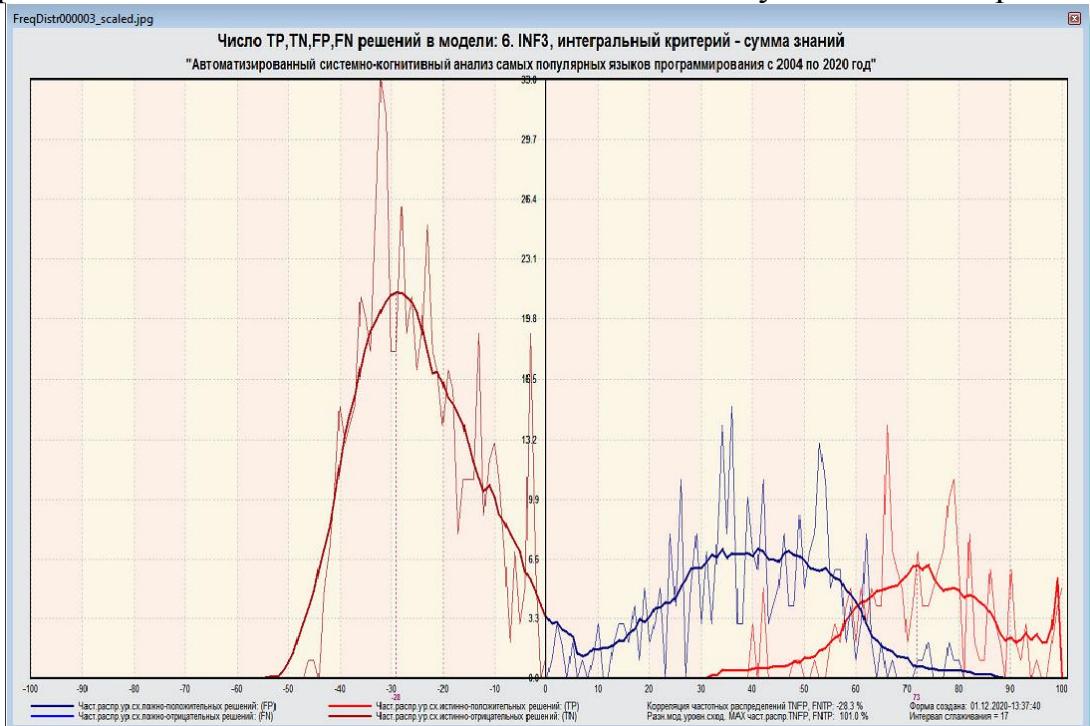


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf3

Рисунок 9 содержит изображения двух частотных распределений, похожих на нормальные, сдвинутых относительно друг друга по фазе.

Левое распределение, большее по амплитуде включает истинно-отрицательные и ложноположительные решения, а правое, меньшее по амплитуде, включает ложные отрицательные и истинно-положительные решения.

Сдвиг этих распределений относительно друг друга и другие различия между ними и позволяют решать задачу идентификации вида оружия по его характеристикам и другие задачи.

Видно, что для отрицательных решений количество истинных решений всегда значительно превосходит количество ложных решений, причем при уровнях различия больше примерно 5% ложные отрицательные решения вообще практически отсутствуют.

Видно также, что для положительных решений картина более сложная и включает 3 диапазона уровней сходства

1) при уровнях сходства от 0% до 30% количество ложных решений больше числа истинных;

2) при уровнях сходства от 30% до примерно 42% есть и истинные и ложные положительные решения, но число истинных решений больше числа ложных и доля истинных решений возрастает при увеличении уровня сходства;

3) при уровнях сходства выше 42% ложные положительные решения не встречаются.

На рисунке 10 приведен Help по режиму 3.4, в котором описаны меры достоверности моделей, применяемые в системе «Эйдос»:

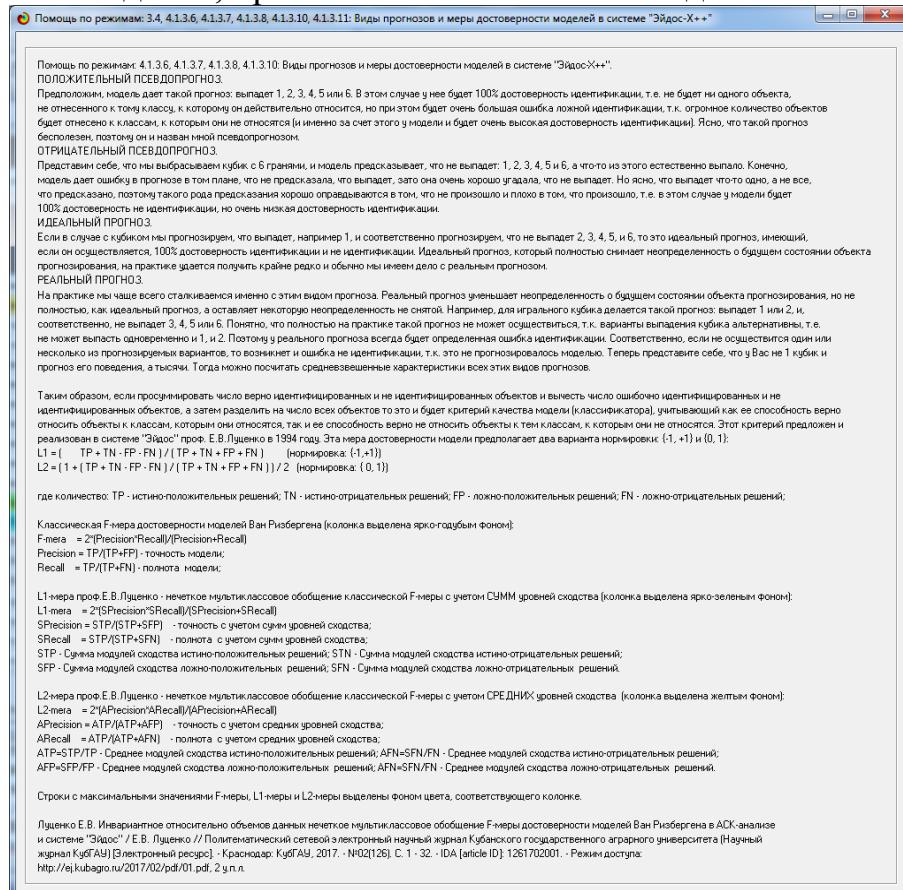


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф. Е.В.Луценко

### Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей

В соответствии со схемой обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос» (рисунок 1), присвоим СК-модели INF3 статус текущей модели. Для этого запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 11):

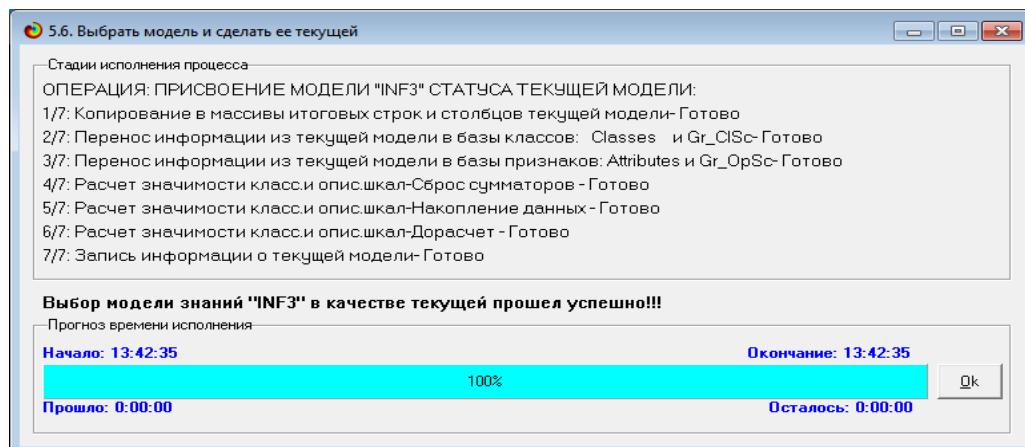
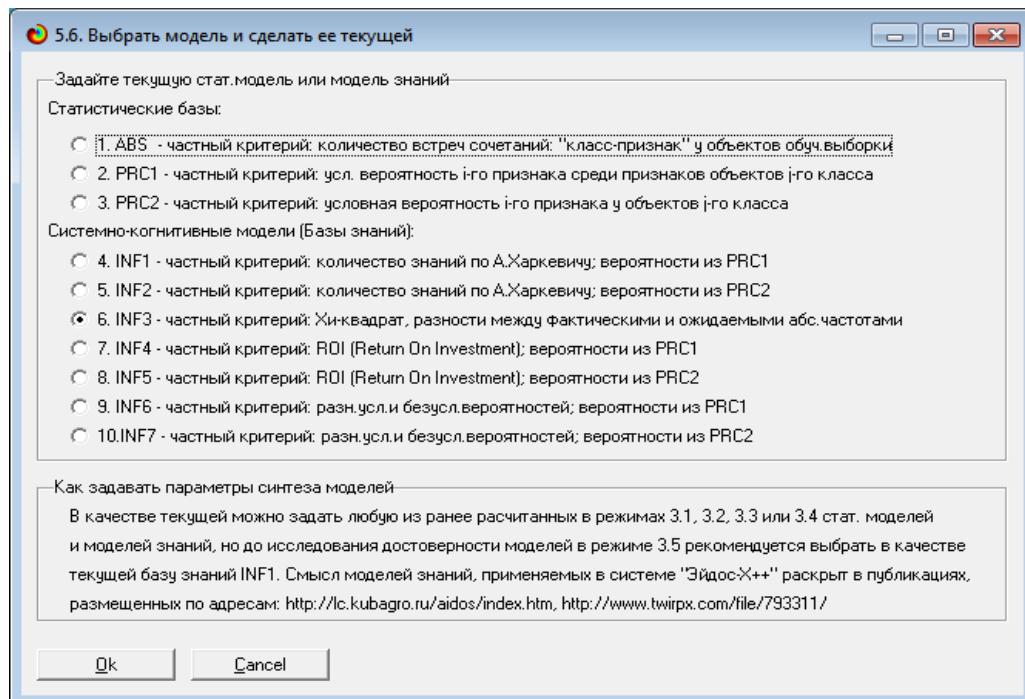


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной СК-модели Inf3 статуса текущей модели

### **Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели**

#### ***Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация)***

Решим задачу системной идентификации, т.е. определение года на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3 на GPU (рисунок 12).

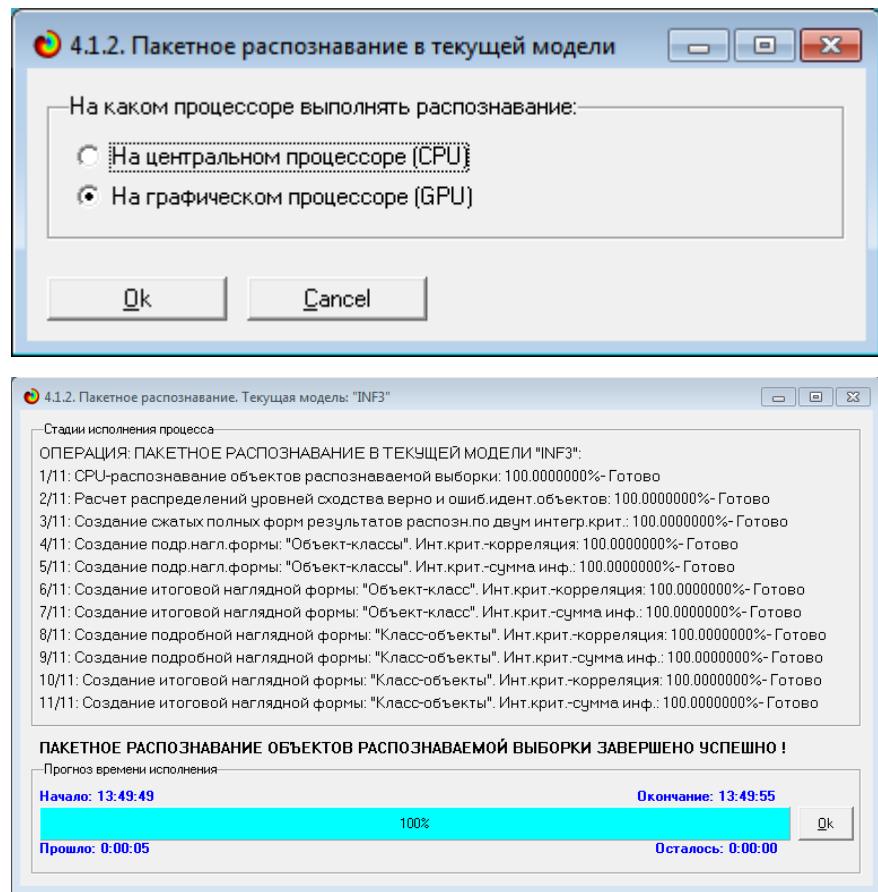
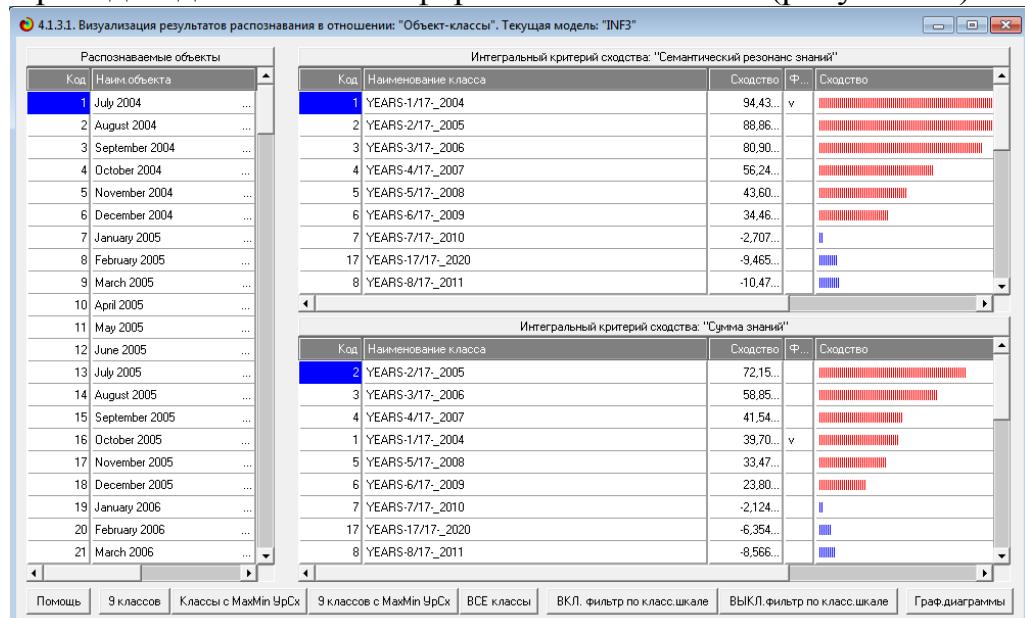


Рисунок 12. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Из рисунка 12 видно, что процесс идентификации занял 5 секунды.

Отметим, что 99% этого времени заняла не сама идентификация на GPU, а создание 10 выходных форм на основе результатов этого прогнозирования. Эти формы отражают результаты прогнозирования в различных разрезах и обобщениях:

Приведем две из этих 10 форм: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 13).



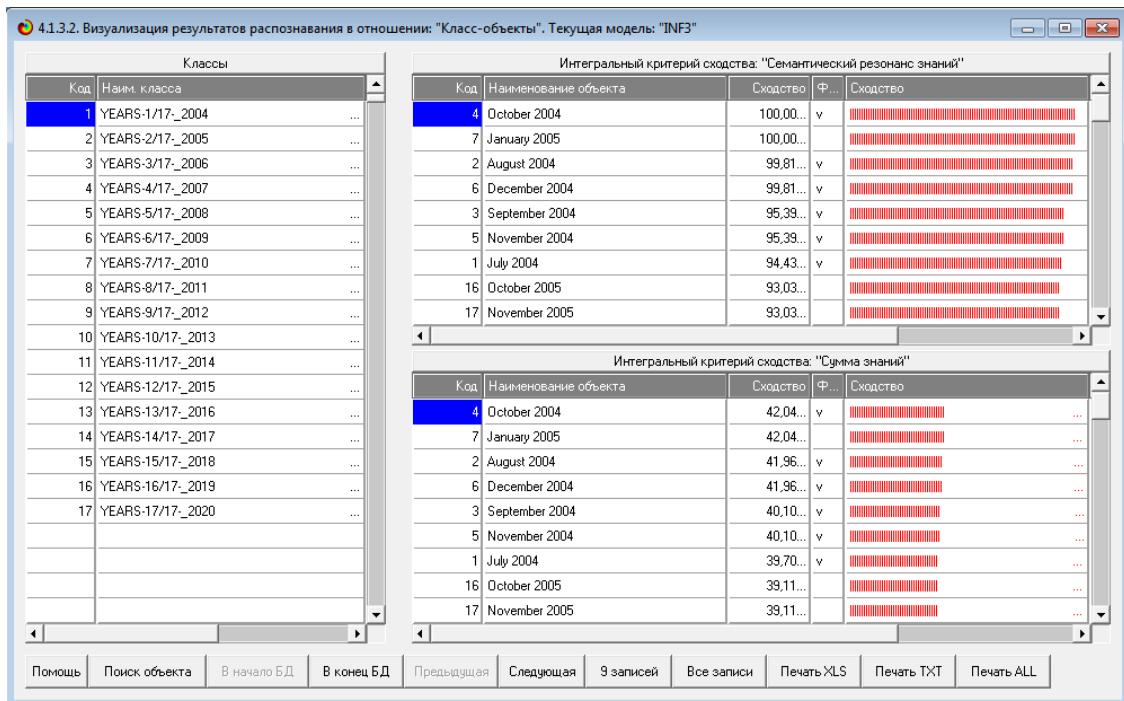


Рисунок 13. Выходные формы по результатам идентификации языков программирования по годам

Символ «*v*» стоит против тех результатов идентификации, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 13 видно, что результаты идентификации являются отличными, естественно при учете информации из рисунка 9 о том, что достоверные прогнозы в данной модели имеют уровень сходства выше 42%, т.е., по сути, результаты с более низким уровнем сходства надо просто игнорировать.

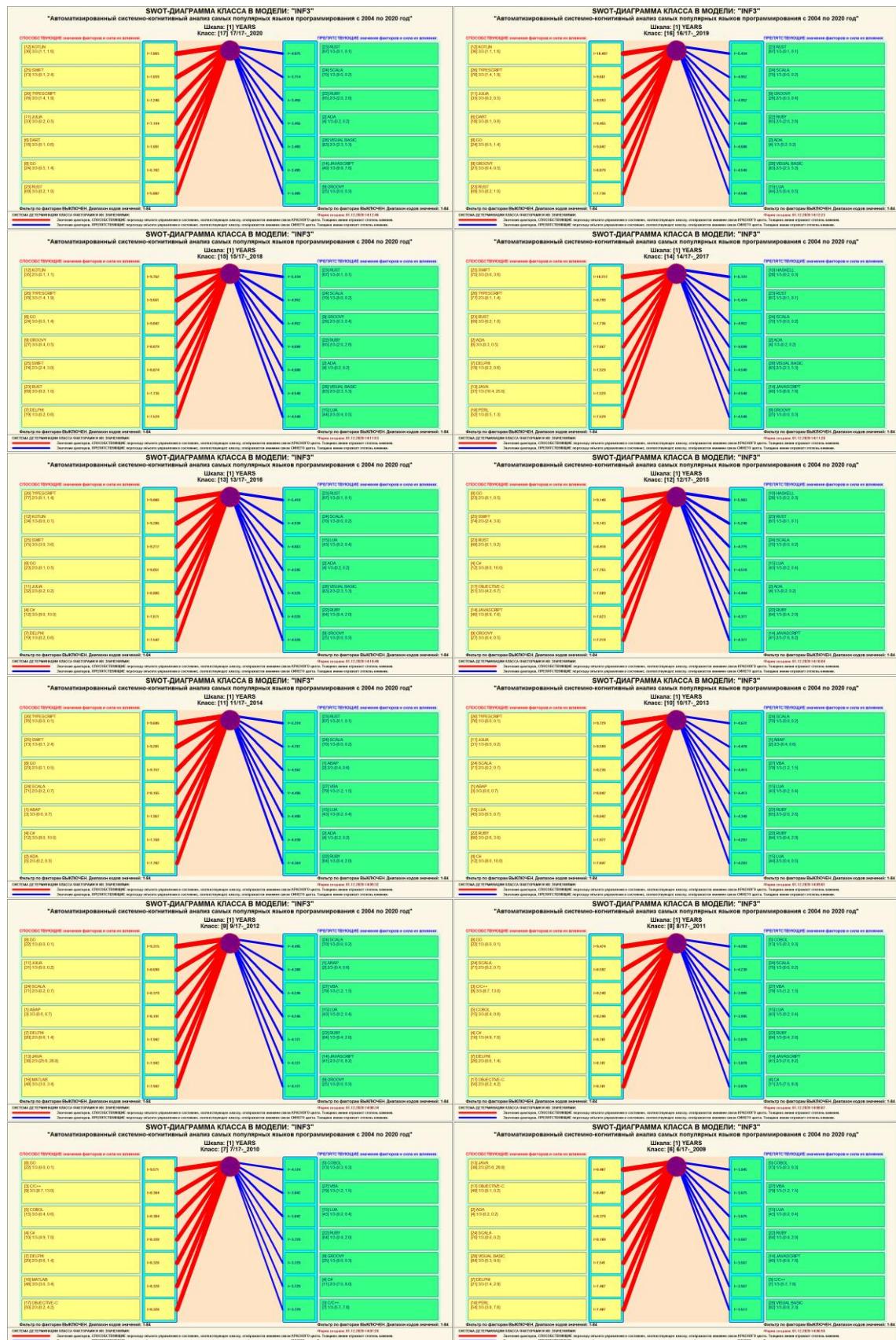
#### **Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)**

При принятии решений определяется сила и направление влияния значений факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к тем или иным классам, соответствующим различным будущим состояниям. По сути, это решение задачи SWOT-анализа.

Применительно к задаче, решаемой в данной работе, SWOT-анализ показывает степень влияния года на популярность языков программирования.

В системе «Эйдос» в режиме 4.4.8 поддерживается решение этой задачи. При этом **выявляется система детерминации заданного класса**, т.е. система значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования и управления в состояние, соответствующее данному классу, а также препятствующих этому переходу.

На рисунках 14 приведены SWOT-диаграммы, наглядно отражающие силу и направление влияния года на популярность языка программирования.



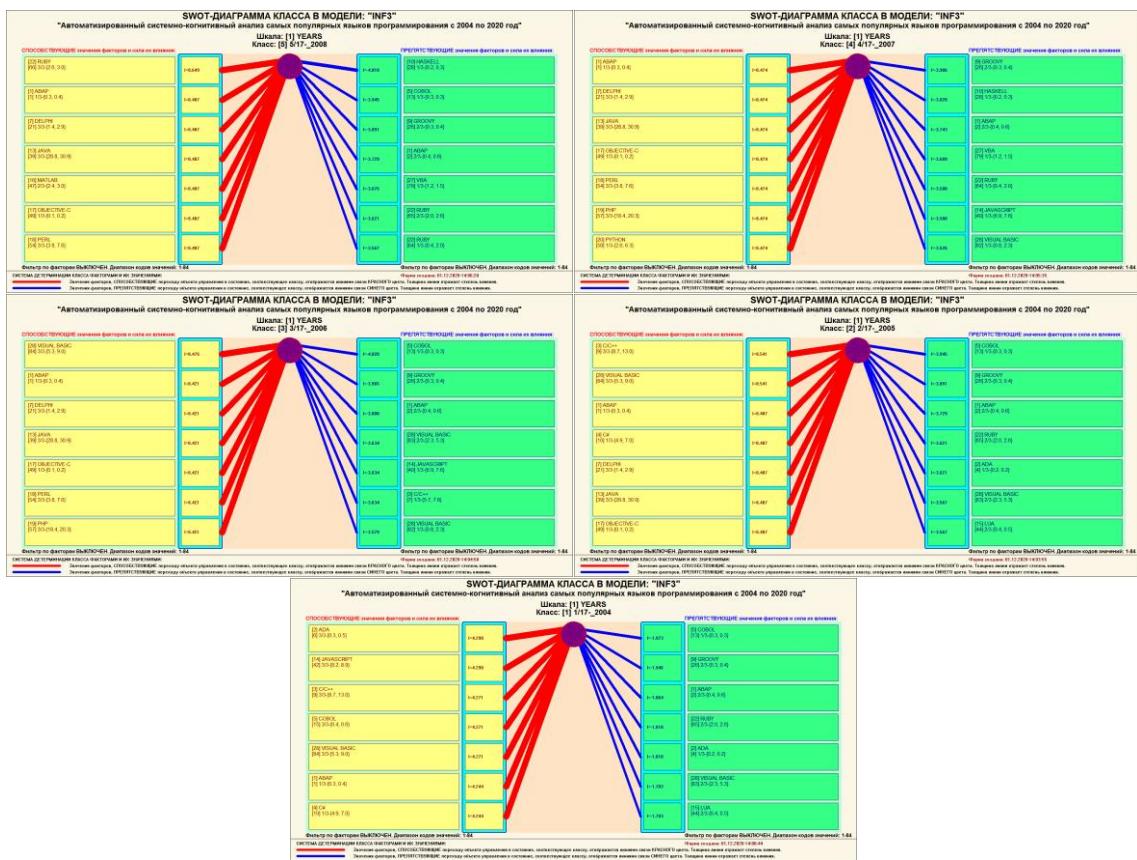


Рисунок 14. SWOT-диаграммы детерминации характеристик оружия

Эти SWOT-диаграммы наглядно отражают силу и направление влияние года на популярность языка программирования.

Отметим также, что система «Эйдос» обеспечивала решение этой задачи *всегда*, т.е. даже в самых ранних DOS-версиях и в реализациях системы «Эйдос» на других языках и типах компьютеров. Например, первый акт внедрения системы «Эйдос», где об этом упоминается в явном виде, датируется 1987 годом, а первый подобный расчет относится к 1981 году.

Но тогда SWOT-диаграммы назывались позитивным и негативным информационными портретами классов.

Информация о системе значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, может быть приведена не только в диаграммах, показанных на рисунках 14, но и во многих других табличных и графических формах, которые в данной работе не приводятся только из-за ограниченности ее объема. В частности в этих формах может быть выведена значительно более полная информация (в т. ч. вообще вся имеющаяся в модели). Подобная подробная информация содержится в базах данных, расположенных по пути: \Aidos-X\AID\_DATA\A0000003\System\SWOTClI#####Inf3.DBF, где: «#####» – код класса с ведущими нулями. Эти базы открываются в MS Excel.

У Т В Е Р Ж Д А Ъ  
Заведующий Краснодарским  
сектором ИСИ АН СССР, к. ф. н.  
А.Хагуров  
1987г.

У Т В Е Р Ж Д А Ъ  
Директор Северо-Кавказского филиала  
ВНИЦ "АИС-агроресурсы", к.э.н.  
Э.М.Трахов  
1987г.

А К Т

Настоящий акт составлен комиссией в составе: Кириченко М.М.,  
Ляшко Г.А., Самсонов Г.А., Коренец В.И., Луценко Е.В. в том, что в  
соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между  
Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИС-агроресурсы" и Краснодарским  
сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-  
Кавказским филиалом ВНИЦ "АИС-агроресурсы" выполнены следующие ра-  
боты:

- осуществлена постановка задачи: "Обработка на ЭВМ социологических анкет Крайагропрома";
- разработаны математическая модель и программное обеспечение под-  
системы распознавания образов, позволяющие решать данную задачу  
в среде персональной технологической системы ВЕГА-М;
- на профессиональной персональной ЭВМ "Искра-226" осуществлены рас-  
чёты по задаче в объёме:

Входная информация составила 425 анкет по 9-ти предприятиям.  
Выходная информация - 4 вида выходных форм объёмом 90 листов  
формата А3 и 20 листов формата А4 содержит:

- процентное распределение ответов в разрезе по социальным типам  
корреспондентов;
- распределение информативностей признаков (в битах) для распозна-  
ния социальных типов корреспондентов;
- позитивные и негативные информационные портреты 30-ти социальных  
типов на языке 212 признаков;
- обобщённая характеристика информативности признаков для выбора  
такого минимального набора признаков, который содержит максимум  
информации о распознаваемых объектах (оптимизация анкет).

Работы выполнены на высоком научно-методическом уровне и в срок.

От ИСИ АН СССР:

Мл. научный сотрудник  
*Руфф* М.М. Кириченко  
19.05.1987г.

Мл. научный сотрудник  
*Ляшко* Г.А. Ляшко  
19.05.1987г.

От СКФ ВНИЦ "АИС-агроресурсы":

Зав. отделом аэрокосмических и  
тематических изысканий №4, к.э.н.  
*Самсонов* Г.А. Самсонов  
19.05.1987г.

Главный конструктор проекта  
*Борисов* В.И. Коренец  
19.05.1987г.

Главный конструктор проекта  
*Луценко* Е.В. Луценко  
19.05.1987г.

В заключение отметим, что SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным метод стратегического планирования. Однако это не мешает тому, что он подвергается критике, часто вполне справедливой, обоснованной и хорошо аргументированной. В результате критического рассмотрения SWOT-анализа выявлено довольно много его слабых сторон (недостатков), источником которых чаще всего является необходимость привлечения экспертов, в частности для оценки силы и направления влияния факторов. Ясно, что эксперты это делают не формализуемым путем (интуитивно), на основе своего опыта и профессиональной компетенции. Но возможности экспертов имеют свои ограничения и часто по различным причинам они не могут и не хотят это сделать. Таким образом, возникает проблема проведения SWOT-анализа без привлечения экспертов. Эта проблема может решаться путем автоматизации функций экспертов, т.е. путем измерения силы и направления влияния факторов непосредственно на основе эмпирических данных. Подобная технология разработана давно, ей уже более 30 лет, но, к сожалению, она сравнительно малоизвестна – это интеллектуальная система «Эйдос».

## **Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели**

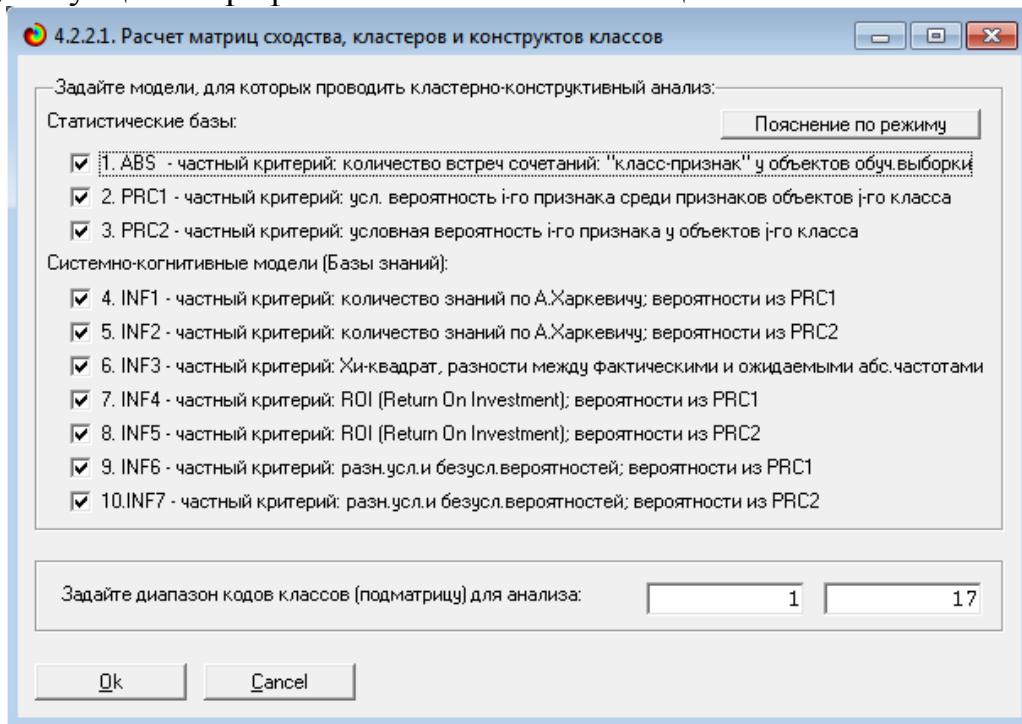
Если модель предметной области достоверна, то исследование модели можно считать исследованием самого моделируемого объекта, т.е. результаты исследования модели корректно относить к самому объекту моделирования, «переносить на него».

В системе «Эйдос» есть довольно много возможностей для такого исследования, но в данной работе из-за ограничений на ее объем мы рассмотрим лишь результаты кластерно-конструктивного анализа классов и признаков (когнитивные диаграммы и дендрограммы), а также нелокальные нейроны, нелокальные нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты и когнитивные функции.

### **4.3.1. Когнитивные диаграммы классов**

Эти диаграммы отражают сходство/различие классов. Мы получаем их в режимах 4.2.2.1 и 4.2.2.2 (рисунок 16).

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 16, показаны **количественные** оценки сходства/различия популярности языков программирования с 2004 по 2020 год по связанным с ними значениям их характеристик. Важно, что эти результаты сравнения получены с применением системно-когнитивной модели, созданной *непосредственно на основе эмпирических данных*, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок не формализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.



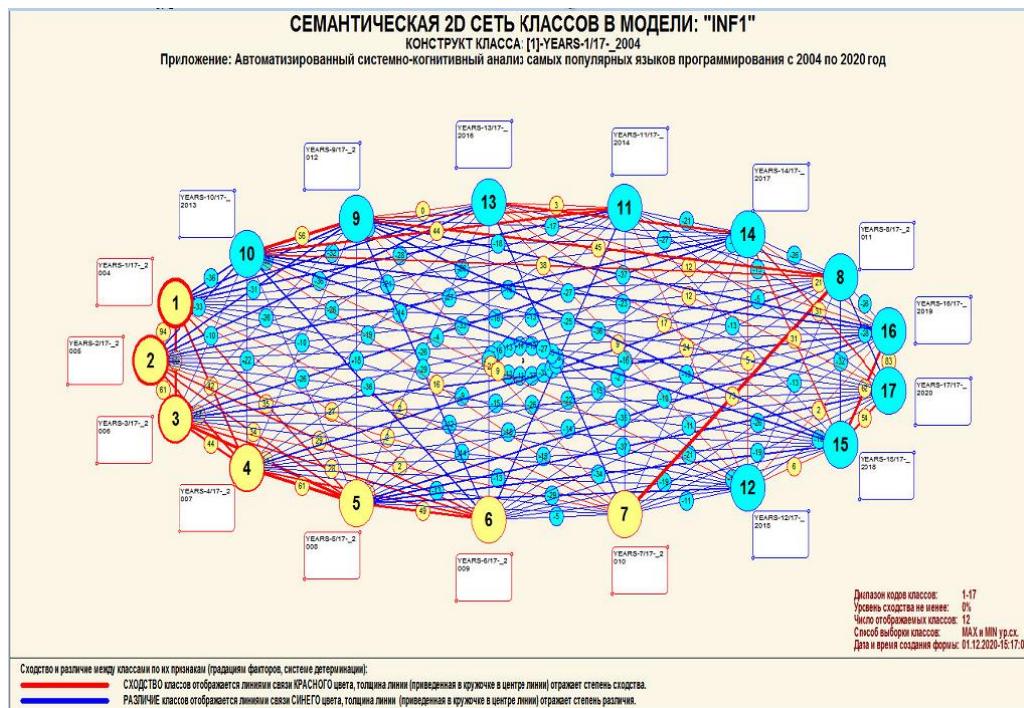


Рисунок 15. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходства/различия годов по связанным с ними языками программирования.

В системе «Эйдос» есть возможность управлять параметрами формирования и вывода изображения, приведенного на рисунке 16. Для этого используется диалоговое окно, приведенное на рисунке 17.

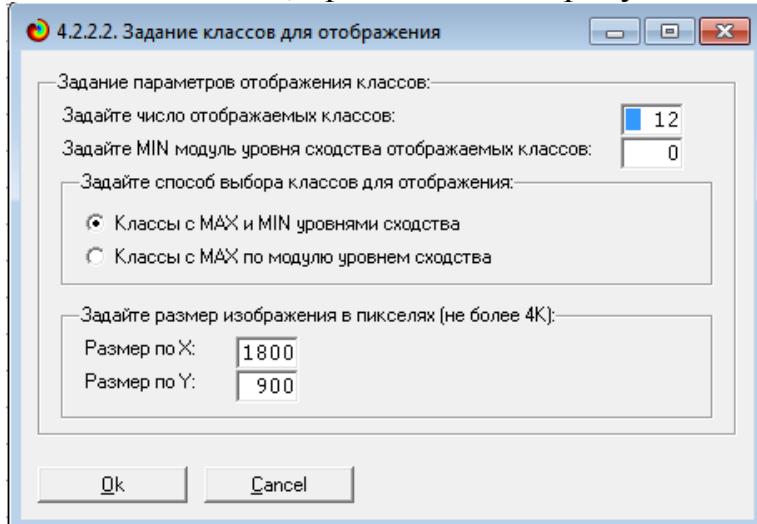


Рисунок 16. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

### 4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

Информация о сходстве/различии классов, содержащаяся в матрице сходства, может быть визуализирована не только в форме, когнитивных диаграмм, пример которой приведен на рисунке 16, но и в форме

агломеративных дендрограмм, полученных в результате **когнитивной кластеризации** (рисунок 18):

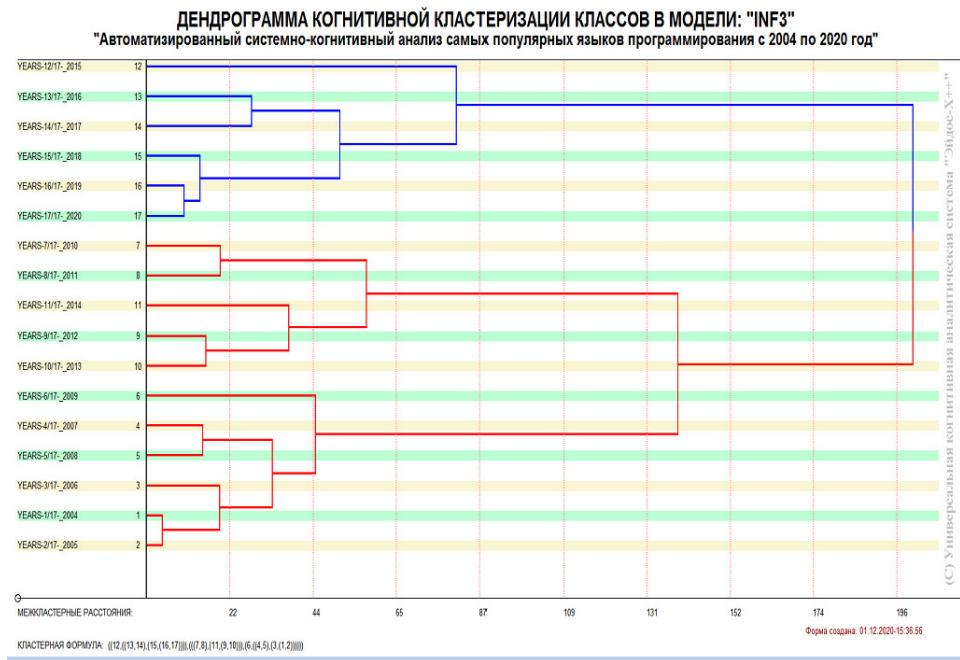


Рисунок 17. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации, отражающая сходство/различие годов

Из рисунков 16 и 18 мы видим, что некоторые года сходны по детерминирующей их системе значений характеристик, и, следовательно, корректно ставить задачу их одновременного достижения, а другие по системе значений этих параметров сильно отличаются, и, следовательно, являются взаимоисключающими, т.е. альтернативными и цель их одновременного достижения является некорректной и недостижимой, т.к. для достижения одного из альтернативных результатов необходимы одни значения характеристик, а для достижения другого – совершенно другие, которые не могут наблюдаться одновременно с первыми.

Из дендрограммы когнитивной агломеративной кластеризации классов, приведенной на рисунке 18, мы видим также, что все классы образуют два противоположных кластера, являющихся полюсами конструкта, по системе значений обуславливающих значениям параметров их характеристик.

На рисунке 19 мы видим график изменения межклusterных расстояний:

**ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF3"**  
 "Автоматизированный системно-когнитивный анализ самых популярных языков программирования с 2004 по 2020 год"

(С) Национальная когнитивная интеллектуальная система "Энерго-Компьютеры", 2020

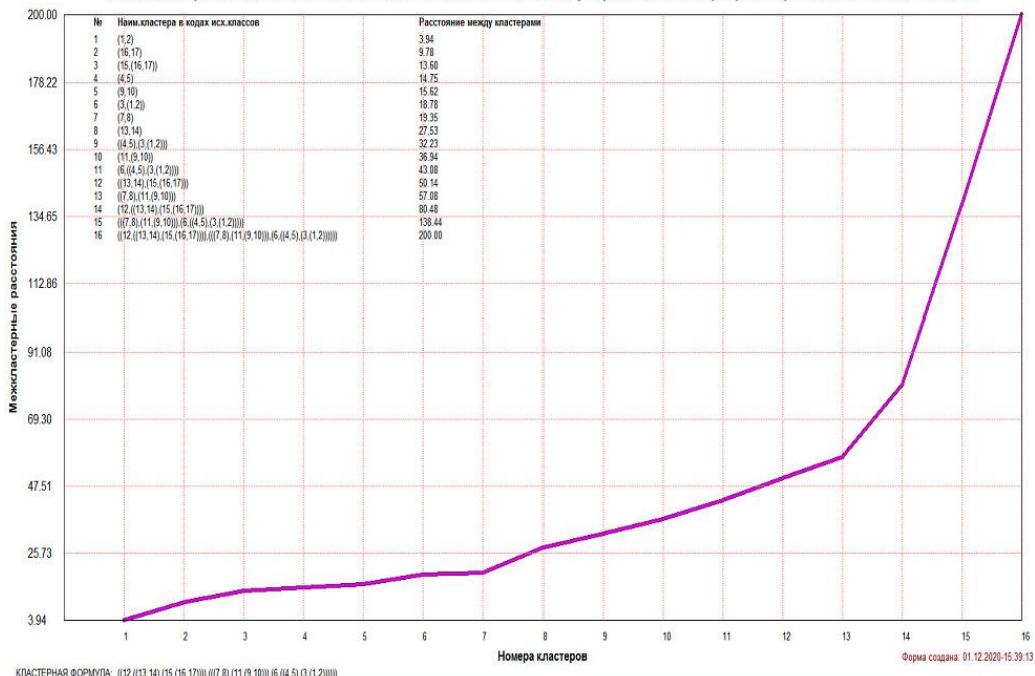
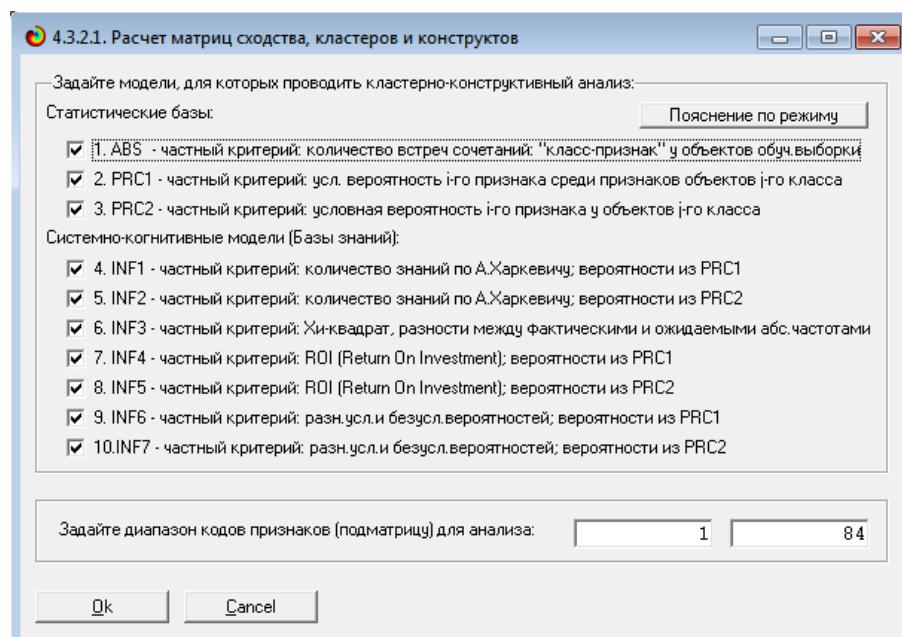
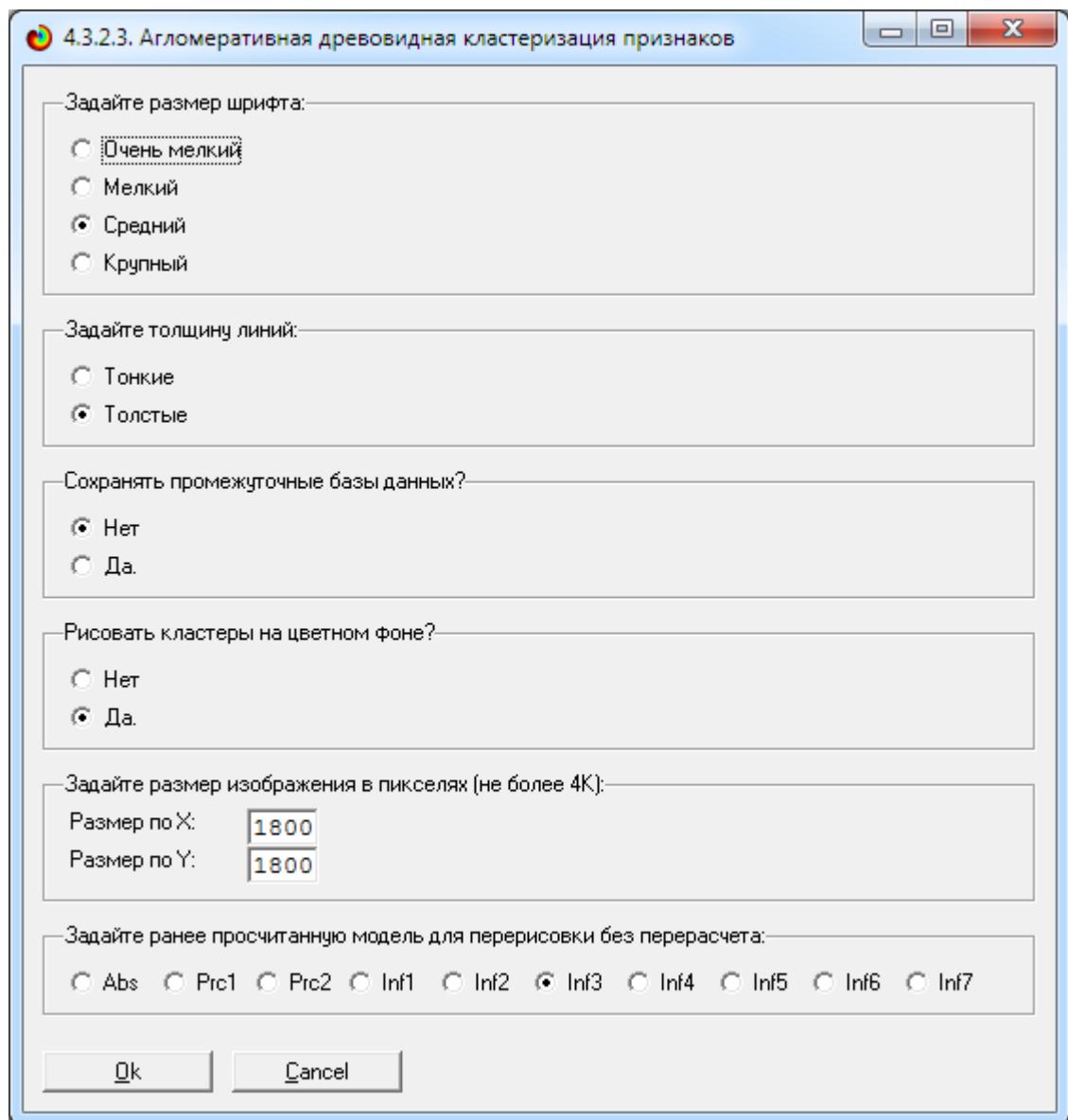


Рисунок 18. График изменения межклusterных расстояний

### 4.3.3. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 22 приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений факторов и график изменения межклusterных расстояний, полученные на основе той же матрицы сходства признаков по их смыслу, что и в когнитивных диаграммах, пример которой приведен на рисунке 20.





Из дендрограммы на рисунке 22 мы видим, что все значения факторов образуют 2 четко выраженных кластера, объединенных в полюса конструкта (показаны синими и красным цветами).

Хорошо видна группировка признаков по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о языке программирования. **Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 22) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунки 18 и 20).**

На рисунке 23 приведен график межкластерных расстояний значений признаков.

**ДЕНДРОГРАММА КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3"**  
 "Автоматизированный системно-когнитивный анализ популярности языков программирования с 2004 по 2020 годы"

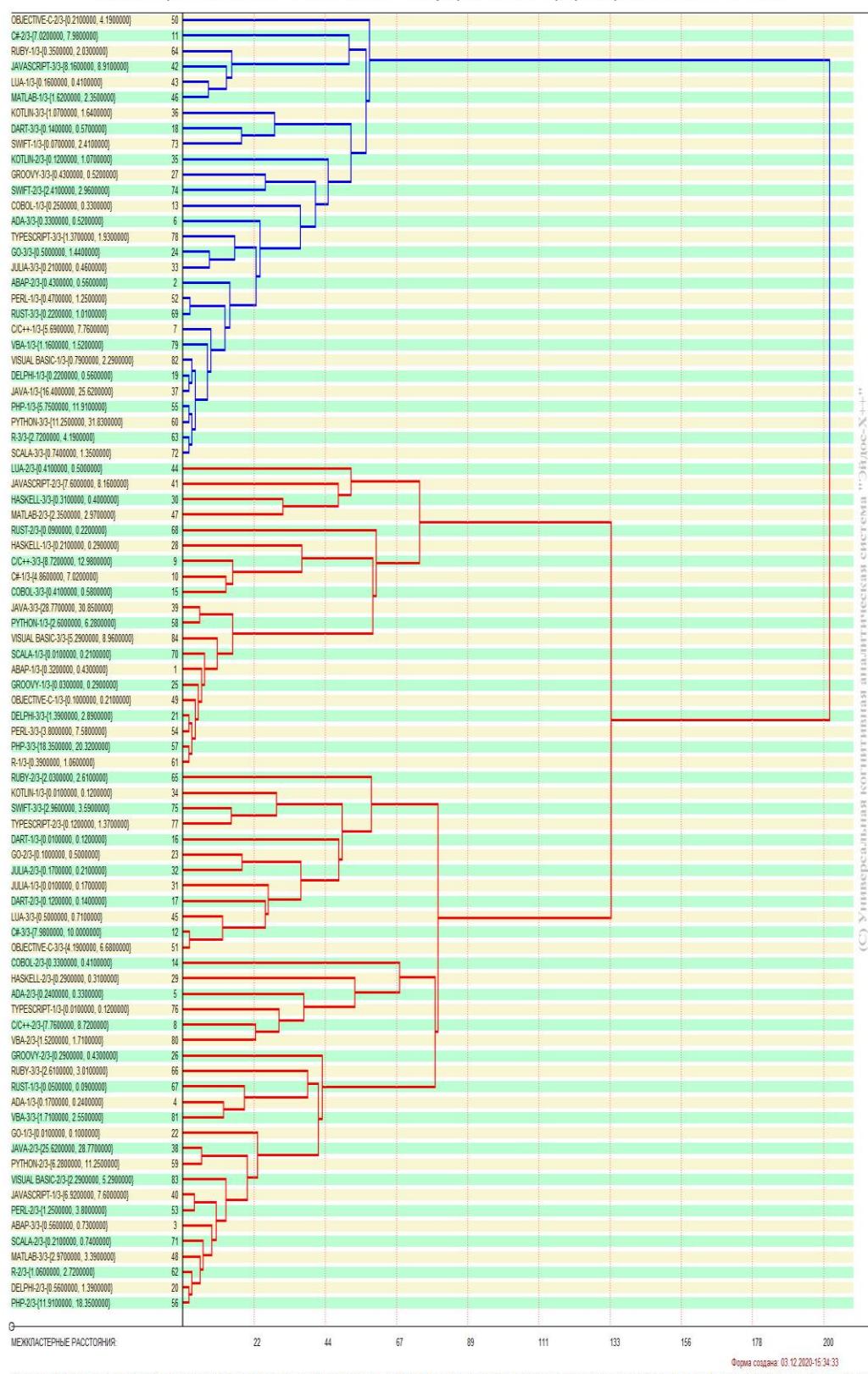


Рисунок 19. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации признаков

ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3"  
"Автоматизированный системно-когнитивный анализ популярности языков программирования с 2004 по 2020 годы"

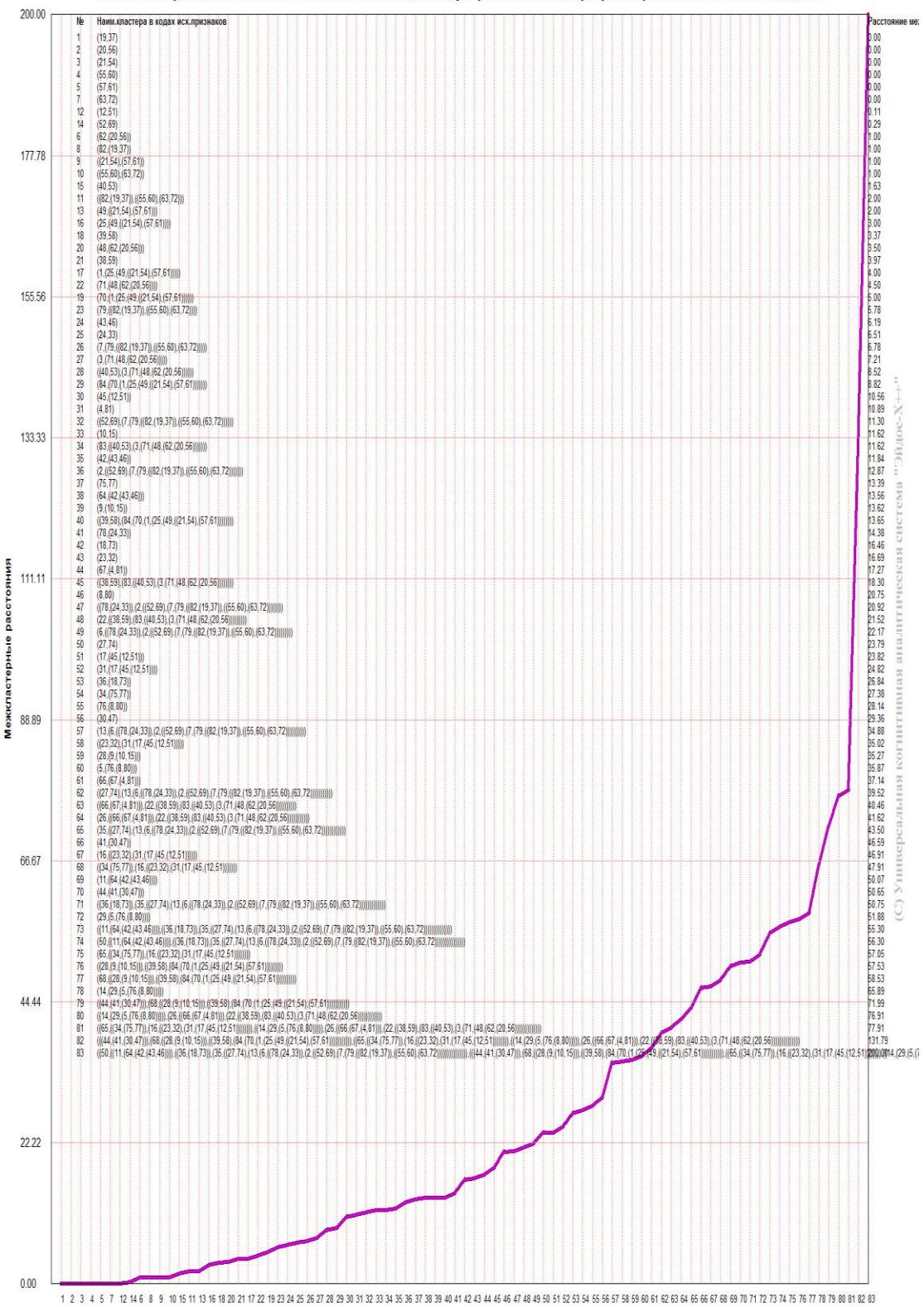


Рисунок 210. График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

#### 4.3.4. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 21 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 22 – фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

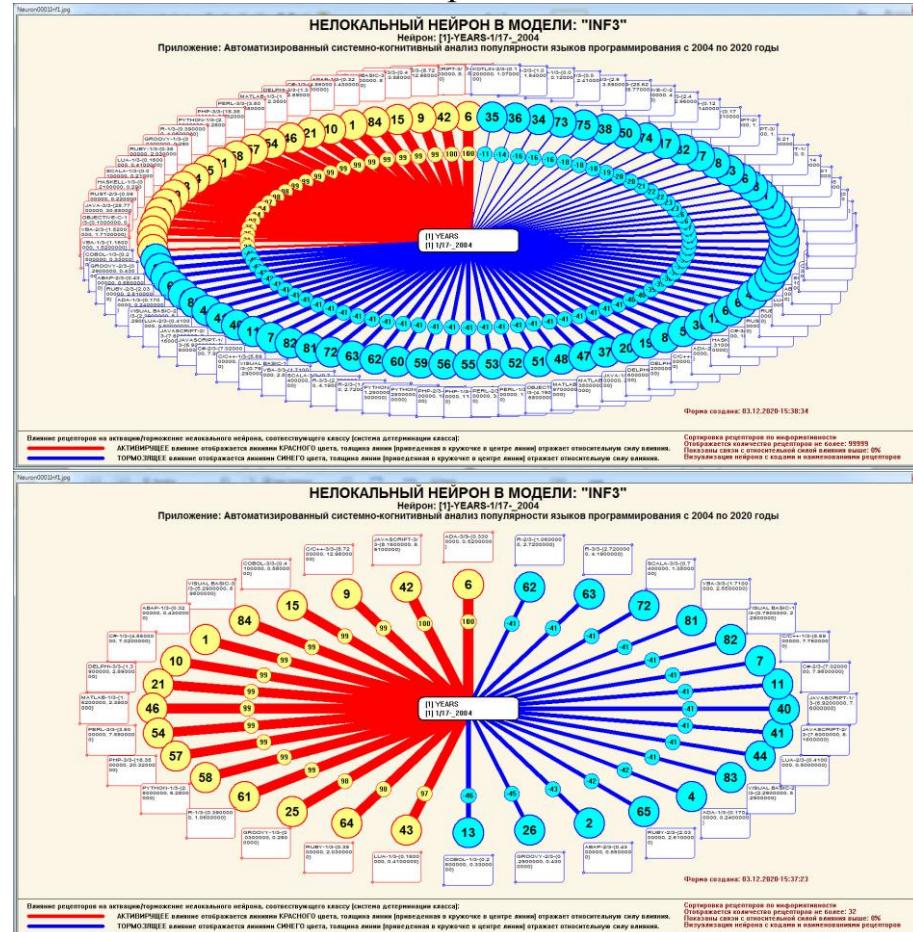


Рисунок 11. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений годов на популярность языков программирования



Рисунок 22. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений годов на популярность языков программирования (фрагмент сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют годам, а рецепторы – языкам программирования. Нейроны расположены слева направо в порядке убывания силы детерминации, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные обуславливающими их значениями факторами, а справа – менее жестко обусловленные.

Модель знаний системы «Эйдос» относится к **нечетким декларативным** гибридным моделям и объединяет в себе некоторые особенности нейросетевой и фреймовой моделей представления знаний. Классы в этой модели соответствуют нейронам и фреймам, а признаки рецепторам и шпациям (описательные шкалы – слотам).

От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них. Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их размерность.

От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что:

- 1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а считаются прямым счетом на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на теории информации (это напоминает байесовские сети);
- 2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную содержательную интерпретацию, основанную на теории информации;
- 3) нейросеть является нелокальной, как сейчас говорят «полносвязной».

#### **4.3.5. 3d-интегральные когнитивные карты**

На рисунке 23 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент около 8% СК-модели Inf3.

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивных диаграмм классов и значений факторов, отраженных соответственно на рисунках 18 и 20, и одного слоя нейронной сети, приведенного на рисунке 22.

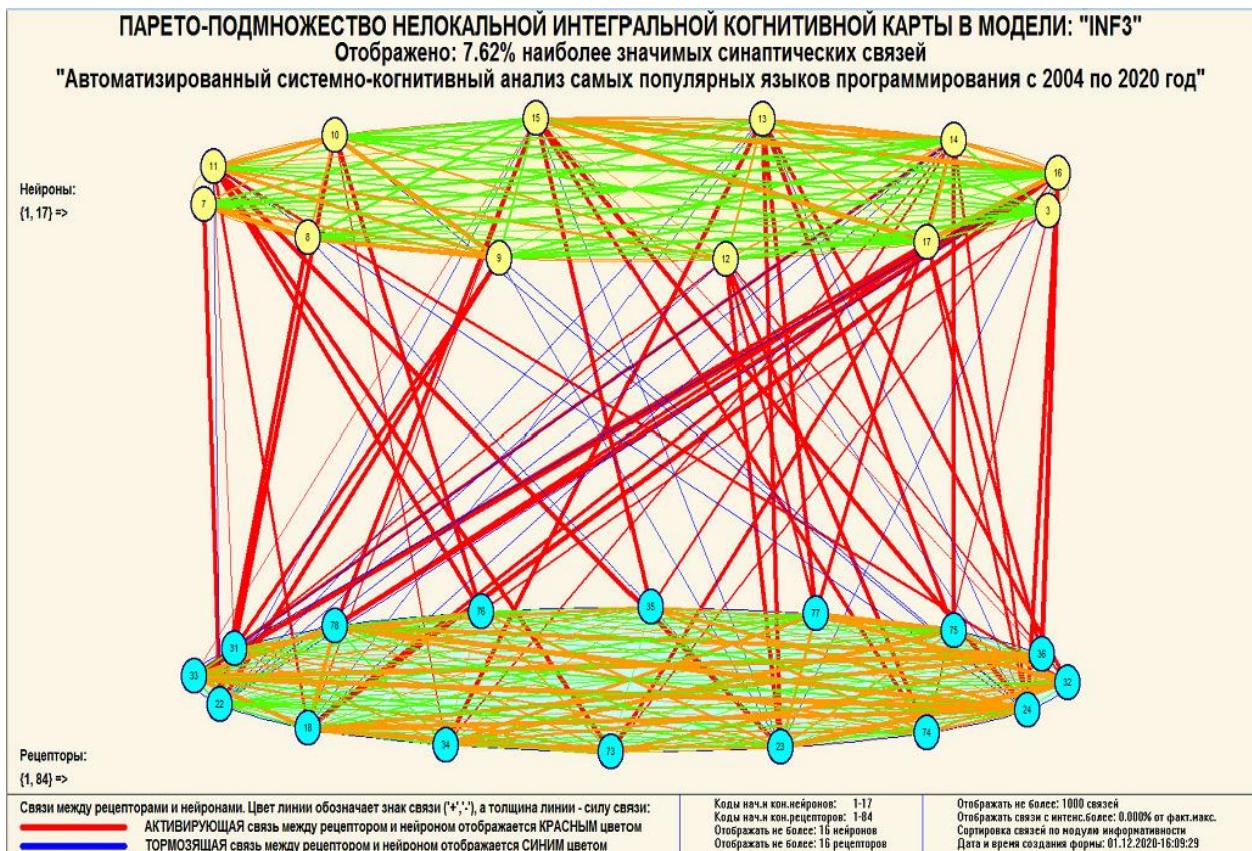


Рисунок 23. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

#### 4.3.6. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 24).



Рисунок 23. Help режима визуализации когнитивных функций

Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора (признаков) на переходы объекта управления в будущие состояния,

соответствующие классам. Классы являются градациями классификационных шкал.

Когнитивные функции представляют собой новый перспективный инструмент отражения и наглядной визуализации эмпирических закономерностей и эмпирических законов. Разработка содержательной научной интерпретации когнитивных функций представляет собой способ познания природы, общества и человека.

Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации (обозначены белой линией); негативные, отражающие чему препятствуют система детерминации (обозначены черной линией); средневзвешенные, отражающие совокупное влияние всех значений факторов на поведение объекта (причем в качестве весов наблюдений используется количество информации в значении аргумента о значениях функции) различной степенью редукции или степенью детерминации, которая отражает в графической форме (в форме полосы разной толщины) количество знаний в аргументе о значении функции и является аналогом и обобщением доверительного интервала.

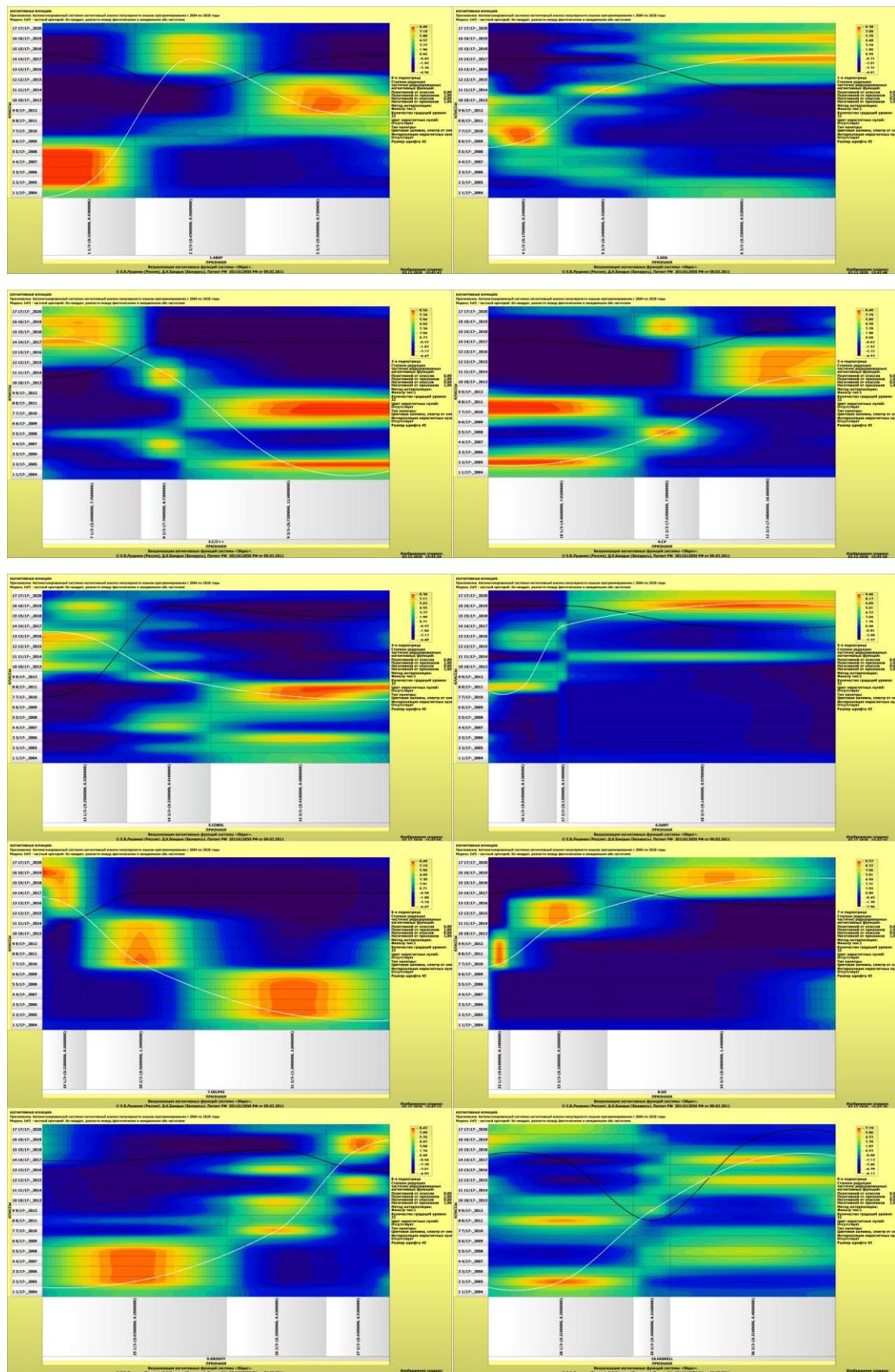
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию.

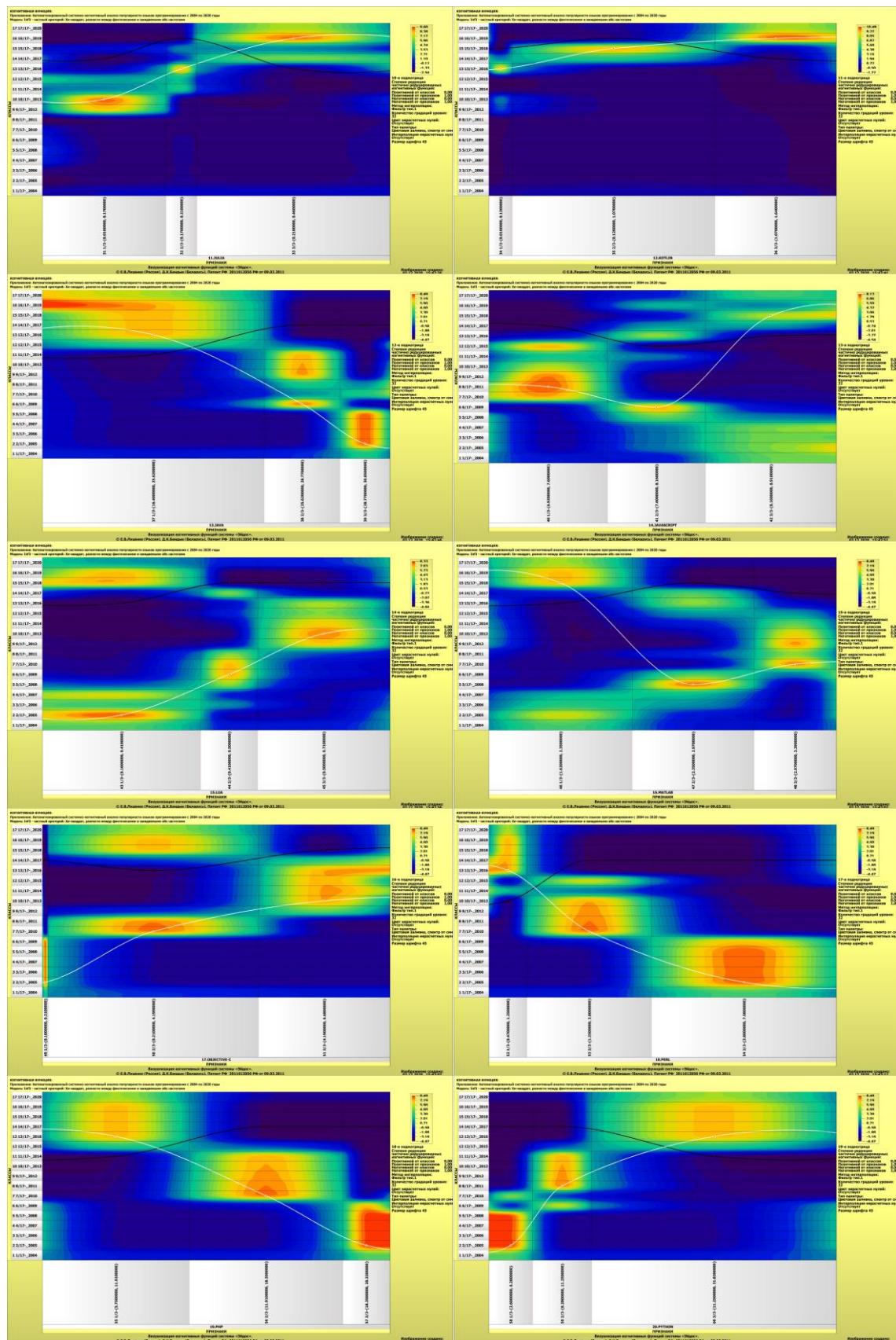
Когнитивные функции являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой "Эйдос".

Необходимо отметить, что **на вид функций влияния математической моделью АСК-анализа не накладывается никаких ограничений**, в частности, они могут быть и не дифференцируемые.

На рисунках 24 приведены когнитивные функции, наглядно отражающие силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) года на популярность языка программирования.

Ниже приведен рисунок 24. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3, отражающих силу и направление влияния года на популярность языков программирования:





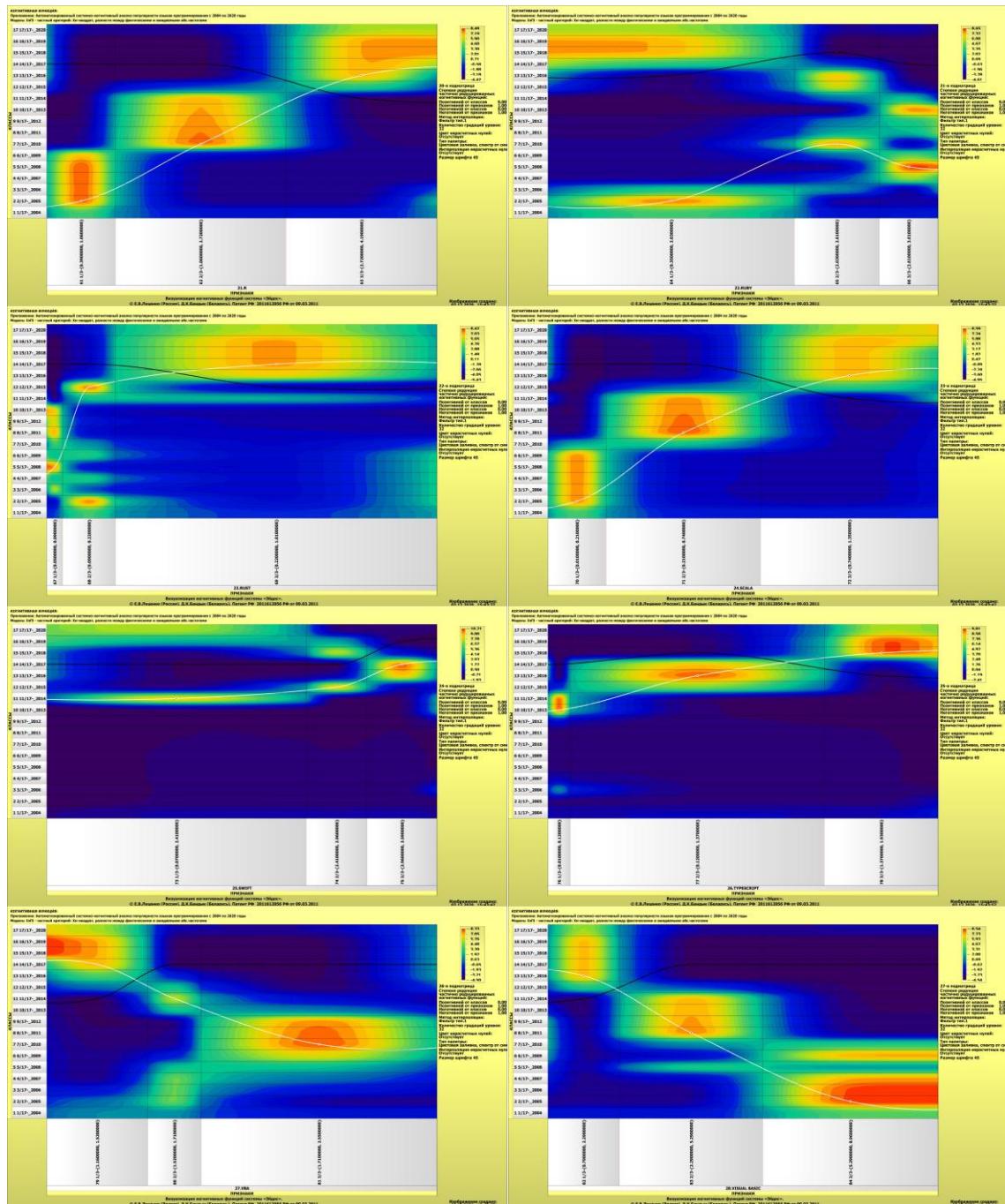


Рисунок 24. Когнитивные функции, отражающие влияние градаций описательных шкал на градации классификационных шкал

## 7. Выводы

Как показывает анализ результатов численного эксперимента предложенное и реализованное в системе «Эйдос» решение поставленных задач является вполне эффективным, что позволяет обоснованно утверждать, что цель работы достигнута, поставленная проблема решена.

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы 3 статистические и 6 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по годам, изучено влияние года на популярность

языка программирования, и, на основе этого, решены задачи идентификации, классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться установив облачное Эйдос-приложение №212 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

## Литература

1. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>
2. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 117 – 193. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>, 4,812 у.п.л.
3. Lutsenko E. V. System analysis and decision-making (Automated system-cognitive analysis and solving problems of identification, decision-making and research of the simulated subject area): textbook / E. V. Lutsenko. - Krasnodar: ECSC "Eidos", 2020. - 1031 p. // August 2020, DOI: [10.13140/RG.2.2.27247.05289](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27247.05289), License [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), [https://www.researchgate.net/publication/343998862\\_SYSTEM\\_ANALYSIS\\_AND\\_DECISION\\_MAKING\\_Automated\\_system-cognitive\\_analysis\\_and\\_solving\\_problems\\_of\\_identification\\_decision-making\\_and\\_research\\_of\\_the\\_simulated\\_subject\\_area](https://www.researchgate.net/publication/343998862_SYSTEM_ANALYSIS_AND_DECISION_MAKING_Automated_system-cognitive_analysis_and_solving_problems_of_identification_decision-making_and_research_of_the_simulated_subject_area), см. учебный вопрос-2.8.5. Повышение уровня системности объекта управления как цель управления.
4. Lutsenko E.V. On higher forms of consciousness, the prospects of man, technology and society (selected works) // August 2019, DOI: [10.13140/RG.2.2.21336.24320](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21336.24320), License [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), [https://www.researchgate.net/publication/335057548\\_On\\_HIGHER\\_FORMS\\_of\\_CONSCIOUSNESS\\_the\\_PROSPECTS\\_of\\_MAN\\_TECHNOLOGY\\_AND\\_SOCIETY\\_selected\\_works](https://www.researchgate.net/publication/335057548_On_HIGHER_FORMS_of_CONSCIOUSNESS_the_PROSPECTS_of_MAN_TECHNOLOGY_AND_SOCIETY_selected_works)
5. Lutsenko E.V. ABOUT THE INTERFACE: "SOUL-COMPUTER» (artificial intelligence: problems and solutions within the system information and functional paradigm of society development) // April 2019, DOI: [10.13140/RG.2.2.23132.85129](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23132.85129), [https://www.researchgate.net/publication/332464278\\_ABOUT\\_THE\\_INTERFACE\\_SOUL-COMPUTER\\_artificial\\_intelligence\\_problems\\_and\\_solutions\\_within\\_the\\_system\\_information\\_and\\_functional\\_paradigm\\_of\\_society\\_development](https://www.researchgate.net/publication/332464278_ABOUT_THE_INTERFACE_SOUL-COMPUTER_artificial_intelligence_problems_and_solutions_within_the_system_information_and_functional_paradigm_of_society_development)
6. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>
7. Луценко Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №05(021). С. 355 – 374. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0089, IDA [article ID]: 0210605031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf>, 1,25 у.п.л.
8. Луценко Е.В. Существование, несуществование и изменение как эмерджентные свойства систем // Квантовая Магия, том 5, вып. 1, стр. 1215-1239, 2008. <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL512008/p1215.html>

9. Луценко Е.В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf>, 3,75 у.п.л.
10. Сайт проф.Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>
11. Страница Е.В.Луценко: [https://www.researchgate.net/profile/Eugene\\_Lutsenko](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)
12. Луценко Е.В. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 164 – 188. – IDA [article ID]: 0911307012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/12.pdf>, 1,562 у.п.л.
13. ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА О.Г. КУКОСЯНА // – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20266263>
14. Луценко Е.В. Формирование субъективных (виртуальных) моделей физической и социальной реальности сознанием человека и неоправданное приятие им онтологического статуса (гипостазирование) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №09(113). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1131509001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.
15. Луценко Е.В. Принципы и перспективы корректной содержательной интерпретации субъективных (виртуальных) моделей физической и социальной реальности, формируемых сознанием человека / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №01(115). С. 22 – 75. – IDA [article ID]: 1151601003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/01/pdf/03.pdf>, 3,375 у.п.л.
16. Луценко Е.В. Сценарный АСК-анализ как метод разработки на основе эмпирических данных базисных функций и весовых коэффициентов для разложения в ряд функции состояния объекта или ситуации по теореме А.Н.Колмогорова (1957) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №07(161). С. 76 – 120. – IDA [article ID]: 1612007009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/07/pdf/09.pdf>, 2,812 у.п.л.
17. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.
18. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар:

КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.

19. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.